BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts

DE BELGIQUE.

66me ANNÉE, 3me SÉRIE, T. XXXII.

1896

BRUXELLES,
HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,
DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.
Rue de Louvain, 112.

1896

Mo. Bot. Garden,
1900.

SHOUT
SHARE
IT

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts

DE BELGIQUE.

QK1
.A228
ser. 3
v. 32
1896

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts

DE BELGIQUE.

66me ANNÉE. — 3me SÉRIE, T. 32.

1896

BRUXELLES,
HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,
DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE,
Rue de Louvain, 112.

1896

Mo. Bot. Garden,
1900.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1896. — N° 7.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 4 juillet 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur*, président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alfr. Gilkinet, *vice-directeur ;* le baron Edm. de Selys Longchamps, Gluge, G. Dewalque, E. Candèze, Éd. Dupont, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, L. Henry, P. Mansion, J. Delbœuf, P. De Heen, C. Le Paige, Ch. Lagrange, F. Terby, J. Deruyts, H. Valerius, L. Fredericq, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* J.-B. Masius, A.-F. Renard, L. Errera, J. Neuberg, Alb. Lancaster, G. Cesàro, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

La Classe prend notification de la mort de sir Joseph Prestwich, associé de la section des sciences naturelles, décédé à Darent-Hulme, Shoreham, Sevenoacks (Londres), le 23 juin dernier.

Elle accepte le dépôt dans les archives de l'Académie de deux billets cachetés de M. Ch. Lagrange, datés, l'un du 25 juin et l'autre du 4 juillet 1896.

— M. le Ministre de la Guerre envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, la 5^{me} livraison de la carte topographique de la Belgique à l'échelle du 40,000^{e} (édition en couleurs). — Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Le progrès dans la connaissance des Odonates.* — Mémoire présenté au troisième Congrès international de zoologie de Leyde, le 15 septembre 1895; par Edm. de Selys Longchamps;

2° a. *Note sur le genre métacordaïte;* b. *Sur quelques bactéries dévoniennes*, par B. Renault, associé à Paris;

3° *Handbuch der Gewebelehre des Menschen,* II, 2; par A. Koelliker, associé à Wurtzbourg;

4° *Le Pithecanthropus erectus,* par le D^{r} E. Houzé;

3° *De l'eau potable à tous sans obérer la masse de personne;* par C.-J. Tackels.

— Remerciements.

— Travaux manuscrits à l'examen :

1° *Sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur;* par J. Beaupain, ingénieur au Corps des mines, etc. — Commissaires : MM. J. Deruyts, Le Paige et Mansion;

2° *Contribution à l'étude des quinhydrones. Quinhydrones mixtes;* par Alfred Biltuis, docteur en sciences naturelles. — Commissaires : MM. Spring et Henry;

3° *Recherches sur le phénoxacétate d'éthyle sodé;* par le Dr A.-J.-J. Vandevelde, assistant à l'Université de Gand. — Mêmes commissaires;

4° *Étude sur l'action de l'effluve électrique;* par A. de Hemptinne. — Commissaires : MM. De Heen et Spring;

5° *Les variations qu'on observe dans l'intensité de l'attention volontaire des élèves sont dues essentiellement aux variations de la température atmosphérique.* — Recherches expérimentales dans les écoles primaires d'Anvers (1895-1896). Première communication ; par le Dr M.-C. Schuyten, professeur agrégé de l'enseignement moyen du degré supérieur. — Commissaires : MM. J. Delbœuf et L. Fredericq;

6° *Observation de la formule* π; par E. Vial, à Schaerbeek. — Commissaire : M. Mansion.

RAPPORTS.

Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone (cinquième communication); par Maurice Delacre, correspondant de l'Académie.

Rapport de M. Louis Henry, premier commissaire

« L'Académie sait que M. Delacre poursuit, depuis plusieurs années déjà, des études sur la synthèse de la benzine par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone.

Sa présente communication est la cinquième de celles qu'il a faites jusqu'ici sur cette question fondamentale.

La réaction qu'il met en jeu se montre d'une grande fécondité par le nombre des produits qu'elle permet d'obtenir ou de dériver.

Les études de M. Delacre se rattachent à ce que l'isomérie présente de plus minutieux; elles fournissent bon nombre d'observations intéressantes sur les causes et la nature des agents qui provoquent la transformation de ces composés les uns dans les autres. On voit que l'on est là en plein dans le domaine de la stéréochimie.

Ce serait certainement soumettre la longanimité de l'Académie à une épreuve peu profitable que de vouloir suivre M. Delacre dans la description et le détail des faits signalés par lui et qui me paraissent avoir été observés avec beaucoup de soin.

Je me bornerai à dire que, dans son nouveau mémoire, M. Delacre décrit quatre isomères nouveaux de la dypnopinacoline et qu'il est arrivé au moyen de l'un d'eux à une synthèse nouvelle du benzène. Le nombre des isomères de ce composé constaté jusqu'ici s'élève à neuf.

Le sujet des recherches de M. Delacre est d'un genre ardu. Je me plais à constater l'inaltérable patience avec laquelle mon jeune confrère en poursuit le cours au milieu de difficultés variées; j'ai la confiance qu'elle lui vaudra plus tard des succès réels quant au but final qu'il se propose d'atteindre.

J'ai l'honneur de proposer à l'Académie l'insertion de la communication de M. Delacre dans le *Bulletin* de sa séance. »

M. Spring, second commissaire, se rallie à cette proposition, qui est adoptée par la Classe.

Sur les solutions multiples du problème des comètes; par Ern. Pasquier, professeur à l'Université de Louvain.

Rapport de M. Ch. Lagrange, premier commissaire.

« **1.** Ce travail a pour objet de déterminer le nombre des racines positives de l'équation de degré supérieur qui, dans la recherche de l'orbite par trois observations, fait connaître la distance géocentrique de la comète lors de la deuxième observation. Cette distance est l'une des racines de l'équation : on choisit celle qui représente le mieux le lieu moyen.

D'ailleurs, les calculs de l'auteur ne sont qu'une extension du mode de discussion employé par Oppolzer, pour traiter ce problème des solutions multiples; ils s'appliquent : 1° à la méthode d'Olbers; 2° à celle qu'Oppolzer lui-même a proposé de substituer, dans certains cas, à la méthode d'Olbers.

La nature très spéciale du sujet oblige, pour rendre un rapport compréhensible, à rappeler, dans sa généralité et en quelques traits, la position de la question.

I.

2. Soient S le soleil; T la terre; C la comète; Sγ un équinoxe; ST $=$ R; L la longitude de la terre; SC $= r$; TC $= \rho$; λ, β la longitude et la latitude héliocentriques de C; Sx, Sy, Sz trois axes rectangulaires, les Sx, Sy étant dans l'écliptique γST; Π l'angle rSx; xyz les coordonnées de C; XYZ les coordonnées de T; $x'y'z'$ les coordonnées de C par rapport à des axes Tx', Ty', Tz' parallèles aux Sx, Sy, Sz. Nous désignerons par les indices 1, 2, 3 les grandeurs qui se rapportent respectivement à la première, à la deuxième et à la troisième observation. La condition que les trois positions (xyz) soient dans un même plan passant par S, fournit d'abord, en désignant par $\alpha_{n n'}$ le double de l'aire triangulaire C$_n$SC$_{n'}$, où $n = 1, 2, 3$; $n' = 1, 2, 3$, les relations purement géométriques

$$(1) \ldots\ldots \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{13}} x_1 + \frac{\alpha_{12}}{\alpha_{13}} x_3 = x_2 \\ &\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{13}} y_1 + \frac{\alpha_{12}}{\alpha_{13}} y_3 = y_2 \\ &\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{13}} z_1 + \frac{\alpha_{12}}{\alpha_{13}} z_3 = z_2. \end{aligned} \right.$$

En remplaçant les xyz par $x = X + x'$, $y = Y + y'$, $z = Z + z'$, et les XYZ, $x'y'z'$ par leurs expressions en fonction de RL $\rho\lambda\beta$, ce qui donnera, par exemple,

$$x = R\cos(L - \Pi) + \rho\cos\beta\cos(\lambda - \Pi),$$

les relations (1) deviennent trois relations géométriques entre les grandeurs inconnues α, ρ, les α n'intervenant d'ailleurs que par leurs rapports entre eux. Ces relations, que nous désignerons sans les écrire par le terme *relations* (F), contiennent explicitement l'angle Π, qui détermine la position des axes des coordonnées, angle qui peut être pris arbitrairement.

Les coordonnées $\lambda\beta$ peuvent être remplacées par d'autres. Considérons le plan CTx', dont l'inclinaison I sur l'écliptique est donnée par

$$(2) \ldots\ldots \quad \operatorname{tg} I = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\sin(\lambda - \Pi)};$$

si l'on regarde I et Π, c'est-à-dire le plan CTx', comme donnés, la position de C est déterminée par les coordonnées $\rho = \mathrm{TC}$ et $u =$ angle $x'\mathrm{TC}$; on a

$$(3).\quad \left\{\begin{array}{l} \cos u = \cos\beta \cos(\lambda - \Pi) \\ \sin\beta = \sin u \sin \mathrm{I}. \end{array}\right.$$

Soit C la deuxième observation. Si, dans les *relations* (F), on remplace $\lambda_2 - \Pi$, β_2 par leurs valeurs en fonction de $u_2\mathrm{I}$, ces relations constitueront trois relations géométriques entre $\rho_1\rho_2\rho_3u_2$, $\mathrm{I}\Pi\lambda_1\beta_1\lambda_3\beta_3$ et les α. Nous désignerons ces dernières par la lettre (G). Si ensuite on considère les (G) comme trois équations à quatre inconnues $\rho_1\rho_2\rho_3u_2$ et que l'on élimine ρ_2u_2, on obtient une relation entre $\rho_1\rho_3$, $\mathrm{I}\Pi\lambda_1\beta_1\lambda_3\beta_3$ et les α, relation que nous allons écrire. Désignons par D la perpendiculaire abaissée de T sur Sx, soit

$$(4).\quad \mathrm{D} = \mathrm{R}\sin(\mathrm{L} - \Pi).$$

Soient $C'_1C'_3$ les projections de C_1C_3 sur la sphère de rayon ρ_2; par $C'_1C'_3$ menons des arcs de grand cercle perpendiculaires au grand cercle du plan C_2Tx', et soient $\delta_1\delta_3$ les sinus de ces arcs, ce qui donne

$$(5).\quad \left\{\begin{array}{l} \delta_1 = \quad \sin\beta_1 \cos\mathrm{I} - \sin(\lambda_1 - \Pi)\cos\beta_1 \sin\mathrm{I} \\ \delta_3 = -\sin\beta_3 \cos\mathrm{I} + \sin(\lambda_3 - \Pi)\cos\beta_3 \sin\mathrm{I}. \end{array}\right.$$

L'élimination dont il vient d'être question conduira à la relation

$$(6).\quad \rho_3 = \frac{\sin i}{\delta_3}\left\{\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{12}}\mathrm{D}_1 - \frac{\alpha_{13}}{\alpha_{12}}\mathrm{D}_2 + \mathrm{D}_3\right\} + \frac{\alpha_{23}}{\alpha_{12}}\frac{\delta_1}{\delta_3}\rho_1,$$

qu'on peut encore mettre sous la forme

$$(7) \quad \ldots\ldots \quad \rho_3 = m + M\rho_1,$$

en posant

$$(8) \quad \ldots \quad m = \frac{\sin i}{\delta_3}\left\{\left(\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{12}} - \frac{A_{23}}{A_{12}}\right) D_1 - \left(\frac{\alpha_{13}}{\alpha_{12}} - \frac{A_{13}}{A_{12}}\right) D_2\right\}$$

et

$$(8') \quad \ldots\ldots \quad M = \frac{\alpha_{23}}{\alpha_{12}}\,\frac{\delta_1}{\delta_3},$$

A désignant les aires triangulaires relatives à la Terre.

3. Tout ce qui précède est purement géométrique et résulte simplement de la condition que les trois positions $C_1C_2C_3$ soient dans un même plan passant par S (*). En introduisant maintenant le mouvement conique, si $\tau_{12}\tau_{13}\tau_{23}$ sont les intervalles de temps entre les positions, on aura approximativement

$$(9) \quad \ldots \quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\alpha_{23}}{\alpha_{12}} = \dfrac{\tau_{23}}{\tau_{12}}\left\{1 - \dfrac{4}{3}\,\dfrac{\tau_{13}^2 - \tau_{12}^2}{(r_1 + r_3)^3}\right\} \\[2ex] \dfrac{\alpha_{13}}{\alpha_{12}} = \dfrac{\tau_{13}}{\tau_{12}}\left\{1 - \dfrac{4}{3}\,\dfrac{\tau_{13}^2 - \tau_{12}^2}{(r_1 + r_3)^3}\right\}. \end{array}\right.$$

(*) On voit immédiatement que si l'on confond les rapports des aires triangulaires avec celui des aires curvilignes, et si l'on observe que celles-ci sont proportionnelles au temps et que les A sont pris entre les mêmes intervalles de temps que les α, on a $m = 0$, que M est connu et que l'on a (8) $\rho_3 = M\rho_1$, ce qui est la relation fondamentale de la méthode d'Olbers.

En négligeant des termes du troisième ordre, on aura alors

$$(10). \quad m = 4\tau_{23}\tau_{13}\frac{\sin i}{\delta_3} D_2 \left\{ \frac{1}{(r_1 + r_3)^2} - \frac{1}{(R_1 + R_3)^2} \right\}$$

et

$$(10'). \quad M = \frac{\tau_{23}}{\tau_{12}} \frac{\delta_1}{\delta_3};$$

r_1 et r_3 sont du reste connus quand on connaît ρ_1 et ρ_3.

Soit d'ailleurs s la corde des positions C_1C_3, s étant une fonction connue de $\rho_1\rho_3$. k étant une constante connue, si l'on introduit enfin l'hypothèse d'une orbite parabolique, on a

$$(11). \quad 6k\tau_{13} = (r_1 + r_3 + s)^{3/2} - (r_1 + r_3 - s)^{3/2}.$$

Les équations (7) et (11) constituent dès lors deux relations entre les deux inconnues ρ_1 et ρ_3. Celles-ci étant calculées, on trouve facilement les autres. Le problème est donc résolu.

Dans les formules précédentes, le choix du plan I Π est resté indéterminé. C'est le choix particulier de ce plan qui distingue, en elles-mêmes et entre elles, les deux méthodes d'Olbers et d'Oppolzer.

4. *Méthode d'Olbers.* — Dans cette méthode, on prend pour plan x'TC le plan TSC$_2$, passant par la deuxième position. On a donc $\Pi = L_2$, d'où, par (4), $D_2 = 0$; et, par (10), $m = 0$. (7) devient

$$(12). \quad \rho_3 = M\rho_1.$$

r_1 et r_3, fonctions de ρ_1 et ρ_3, deviennent des fonctions de ρ_1 seulement, et il en est de même de s. (11) devient ainsi une équation en ρ_1 seulement, et fait connaître ρ_1.

On procède d'ailleurs par des essais numériques sur la valeur de $r_1 + r_3$. ρ_1 est lié à s par une équation de la forme

$$(13). \quad \ldots \quad \rho_1 = \frac{g}{h}\cos\gamma \pm \frac{1}{h}\sqrt{s^2 - g^2\sin^2\gamma},$$

où les autres grandeurs sont des nombres connus.

5. *Méthode d'Oppolzer.* — Si l'on ne fait pas d'abord, comme dans la méthode d'Olbers, une hypothèse spéciale sur la position du plan x'TC, les expressions de $r_1 r_3 s$ en fonction de ρ_1 sont plus compliquées. s et ρ_1 sont liés par une équation de la forme

$$(14) \left\{ \begin{aligned} & h^2\rho_1^2 - 2\rho_1 \left[gh\cos\zeta\cos(G-H) - mh \left\{ \cos\beta_3\cos\zeta\cos(H-\lambda_3) + \sin\beta_3\sin\zeta \right\} \right] \\ & \qquad = s^2 - g^2 - m^2 + 2mg\cos\beta_3\cos(G-\lambda_3). \end{aligned} \right.$$

La méthode d'Oppolzer consiste à choisir le plan x'TC de manière à donner le maximum d'exactitude à la détermination de ρ_3 par ρ_1 (équations 6 et 7). On peut admettre que cela a lieu quand les coefficients de ρ_3 et ρ_1, dans (6) mis sous une forme symétrique, sont en même temps les plus grands possibles, ou quand la somme de leurs carrés est un maximum. Oppolzer choisit d'après cela le plan x'TC de manière que l'expression

$$\left(\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{13}}\delta_1\right)^2 + \left(\frac{\alpha_{12}}{\alpha_{13}}\delta_3\right)^2$$

soit un maximum.

Pour obtenir ρ_1, on peut procéder, comme il a été dit pour la méthode d'Olbers, par des essais sur la valeur de $r_1 + r_3$. Oppolzer propose, pour le premier essai, de faire $r_1 + r_3 = R_1 + R_3$. Alors on a encore $m = 0$ (équation 10), comme dans la méthode d'Olbers, et l'équation (14) s'écrit

$$(15). \quad . \quad . \quad h^2\rho_1^2 - 2\rho_1 gh \cos\zeta \cos(G - H) = s^2 - g^2,$$

qui équivaut à la forme

$$(15'). \quad . \quad . \quad . \quad \rho_1 = \frac{g}{h}\cos\varphi \pm \frac{1}{h}\sqrt{s^2 - g^2\sin^2\varphi}$$

de la méthode d'Olbers.

Solutions multiples.

Oppolzer, en supposant $r_1 + r_3 = 2r_2$ et remplaçant aussi r_1 par r_2 dans l'expression de s, écrit par approximation une équation en ρ_2 de la forme

$$(16). \quad . \; h^2\rho_2^2 - 2gh\cos\varphi\,.\,\rho_2 + g^2 = \frac{2g^2R_2^2}{\sqrt{\rho_2^2 - 2R_2\cos\psi\,.\,\rho_2 + R_2^2}};$$

ou, en posant

$$x = \frac{\rho_2}{R_2}, \quad \alpha = R_2\frac{h}{g},$$

$$(17) \quad (\alpha^2x^2 - 2\cos\varphi\,.\,\alpha x + 1)^2\,(x^2 - 2\cos\psi_2\,.\,x + 1) = 4R_2^2.$$

Oppolzer discute cette équation au moyen de la représentation graphique de deux lignes, savoir :

$$(17') \quad y = (\alpha^2x^2 - 2\cos\varphi\,.\,\alpha x + 1)^2\,(x^2 - 2\cos\psi_2\,.\,x + 1).$$

dont les maximums et minimums de y sont donnés par une équation du troisième degré; et

$$(17'') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad y = 4R_2^2,$$

ligne droite. Il résulte de cette discussion que, soit dans la méthode d'Olbers, soit dans le premier essai de la méthode d'Oppolzer (*), on obtient, pour la distance ρ_2, ou *une* ou *trois* solutions (astronomiques).

II.

6. Tel est le point où le travail de M. Pasquier prend la question pour la continuer. Il restait à déterminer quel est, dans le cas général de la méthode d'Oppolzer, et non plus seulement dans le premier essai, le nombre des solutions positives de ρ_2.

M. Pasquier part de l'équation générale (14), mais il y remplace d'emblée ρ_1 par ρ_2, introduisant ainsi une approximation du même ordre que celle admise par Oppolzer quand il arrive à un certain point du développement de ses calculs. Résolvant dès lors (14) ainsi écrite, par rapport à ρ_2, il obtient ρ_2 sous la forme

$$(18) \qquad \rho_2 = \frac{g}{h} \cos \varphi + A_1 \frac{g}{h} \pm \frac{1}{h} \sqrt{s^2 - g^2 \sin^2 \varphi - A_2 g^2},$$

(*) Je prends ici simplement la question de fait. Comme on le voit § 1, remarque 3 du mémoire, l'auteur pense qu'Oppolzer n'a eu en vue, dans sa discussion, que la méthode d'Olbers et non le premier essai de sa propre méthode.

où A_1, A_2, φ sont suffisamment définis par la comparaison avec (14), A_1 et A_2 étant des grandeurs qui s'annulent avec m.

En suivant Oppolzer, qui écrit

$$s^2 = \frac{2g^2R_2^2}{\sqrt{(\rho_2 - R_2\cos\psi_2)^2 + R_2^2\sin^2\psi_2}}$$

et

$$x = \frac{\rho_2}{R_2}, \quad \alpha = R_2\frac{h}{g},$$

on écrit (18) sous la forme

$$(19)\left\{\begin{aligned} &\left[\alpha^2x^2 - 2(\cos\varphi + A_1)\alpha x + 1 + A_1^2 + 2A_1\cos\varphi + A_2^2\right]^2 \\ &\qquad (x^2 - 2x\cos\psi_2 + 1) = 4R_2^2. \end{aligned}\right.$$

Cette équation ne diffère de l'équation (17) d'Oppolzer (§ 5) que par l'introduction des quantités A_1, A_2. Les deux équations sont de même forme. (19), pour $m=0$, se réduit à (17).

M. Pasquier suit alors pas à pas, dans la discussion de (19), la marche suivie par Oppolzer dans celle de (17), et il se sert de la même représentation graphique.

En posant

$$(19') \quad y = \left[(\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2\right]^2 \left[(x - \cos\psi)^2 + \sin^2\psi\right]$$

$$(19'') \ldots\ldots\ldots \quad y = 4R_2^2.$$

les valeurs cherchées de $x = \frac{\rho_2}{R_2}$ sont données par les intersections, situées dans le quadrant des xy positifs, de la droite (19″), parallèle aux x, et de la courbe (19′).

Le critérium pour décider si le nombre des racines est pair ou impair reste le même que dans le cas traité par Oppolzer.

Quant au nombre même des racines, l'auteur énumère différents cas qui pourront se présenter, et renvoie, pour quelques-uns, aux indications qui seront données par la construction graphique. Je n'ai pas vérifié chaque détail de cette discussion, qui ne présente d'ailleurs plus aucune difficulté quant au fond. Il suffit de dire que le résultat pratiquement utile qui s'en dégage, c'est que l'équation réduite d'Oppolzer peut laisser échapper des solutions, et par conséquent ne pas renseigner la valeur qui convient au problème astronomique; tandis que la discussion actuelle met en évidence les solutions d'une manière plus générale et plus précise.

Le complément apporté par M. Pasquier à la discussion d'Oppolzer peut donc acquérir, dans certains cas, une grande importance.

7. Résumons cet examen en rappelant que la question de la détermination des orbites présente deux desiderata bien distincts, savoir : 1° la connaissance des racines de l'équation qui donne la distance de l'astre à la terre; 2° le choix de la racine *unique* qui représente cette distance.

Tels sont les deux points dans lesquels se partage la question pratique. La détermination du nombre des racines positives, parmi lesquelles seules peut se trouver la vraie solution (astronomique), est une question mixte qui se rapporte aux deux précédentes, et c'est de cette question mixte que s'occupe le *mémoire* actuel.

On ne peut s'empêcher d'observer qu'elle ne peut acquérir tout son intérêt, à la fois pratique et théorique, que si elle est traitée rigoureusement. Or, c'est ce que jusqu'ici les difficultés analytiques ont empêché de faire.

Oppolzer opère sur une équation approchée, et c'est ainsi que fait encore à sa suite M. Pasquier; la discussion même d'une semblable équation ne fournit d'ailleurs pas toujours les critériums analytiques suffisants pour décider du nombre des racines considérées, et on en est réduit alors à faire usage du système des essais numériques et des tâtonnements d'une construction graphique.

On ne saurait donc considérer la solution actuelle comme réalisant une solution générale de la question, et je me hâte d'ajouter que l'auteur a soin de signaler cette espèce de nécessité où l'on se trouve de se mouvoir dans le champ d'une approximation théorique assez mal définie; c'est ainsi, par exemple, qu'il essaie de mesurer la portée de la substitution de la deuxième distance à la première dans l'équation fondamentale (1) de son mémoire.

Mais, quoi qu'il en soit, étant donnée la difficulté de la question, toute tentative pour introduire quelque nouveau progrès, et tel est le complément de discussion apporté par M. Pasquier à la méthode d'Oppolzer, mérite d'être hautement encouragée. Je n'hésite donc pas à proposer à la Classe d'insérer dans le *Bulletin* le travail soumis à son appréciation et d'adresser des remerciements à l'auteur. »

M. Terby, second commissaire, se rallie à ces conclusions, qui sont adoptées par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Chimie. — *Sur divers alcools nitrés* (*); par Louis Henry, membre de l'Académie.

Alcools en C_3.

J'ai fait connaître précédemment l'alcool *nitro-isopropylique* $(NO_2)CH_2 - CH(OH) - CH_3$ (**), produit de l'addition du nitro-méthane à l'éthanal.

Son dérivé trichloré $(NO_2)CH_2 - CH(OH) - CCl_3$ s'obtient dans les mêmes circonstances, à l'aide de l'éthanal trichloré, c'est-à-dire du chloral $Cl_3C - CH(OH)_2$.

L'hydrate de chloral se condense en effet très nettement et très aisément avec le nitro-méthane.

J'ai employé 32 grammes d'hydrate de chloral cristallisé et 12 grammes de nitro-méthane, ce qui représente $^2/_{10}$ du poids moléculaire. On a ajouté à la masse des deux composés un volume d'eau à peu près égal. Le tout se dissout en un liquide homogène avec refroidissement. Le thermomètre marquait 12°.

L'introduction de quelques fragments de K_2CO_3 solide dans le liquide détermine la réaction qui s'accomplit avec lenteur, alors même que l'on agite la masse. Le thermomètre s'élève jusque vers 46°; vers 40°, le liquide

---

(*) Lecture faite dans la séance du 11 janvier 1896.

(**) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXIX, p. 834, 1895.

se trouble et il se dépose une huile épaisse, incolore, que le contact du carbonate potassique colore en brun rougeâtre. Celle-ci, abandonnée sur l'acide sulfurique, se concrète à la longue en une masse cristalline.

Le rendement de l'opération est intégral ; de la réaction que je viens de décrire, j'ai recueilli un peu au delà de 40 grammes de produit brut.

L'alcoolate de chloral $CCl_3 - CH < \begin{matrix} OC_2H_5 \\ OH \end{matrix}$ se comporte comme l'hydrate.

Le produit formé dans ces conditions est l'*alcool nitro-isopropylique trichloré* $(NO_2)CH_2 - CH(OH) - CCl_3$.

Son analyse quant au chlore a fourni les résultats suivants (méthode de Carius) :

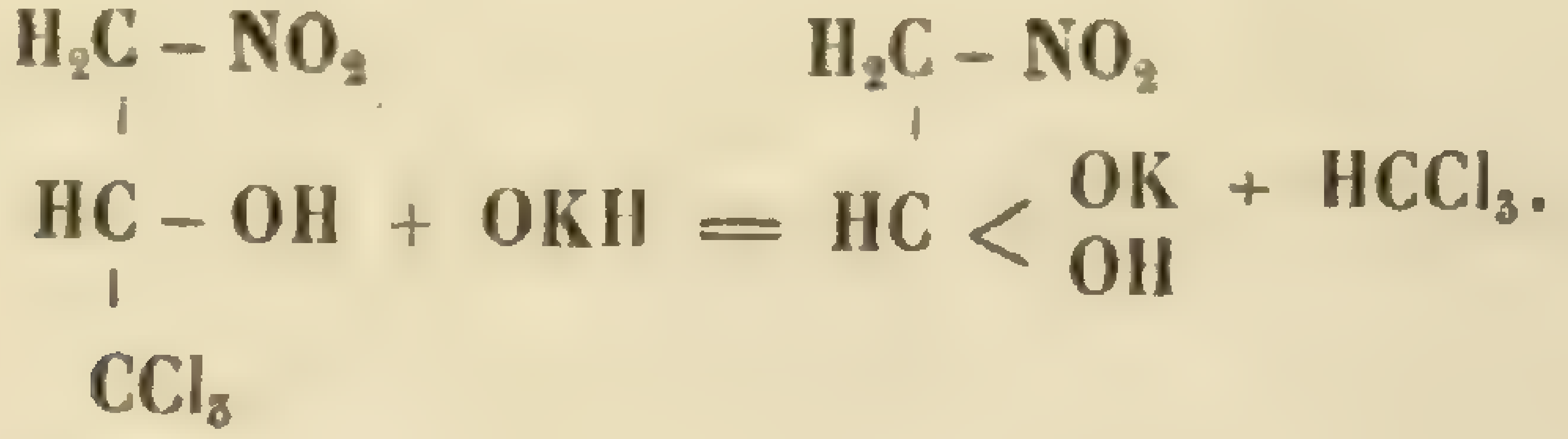
			AZOTE °/o.	
	Substance.	AgCl.	Trouvé.	Calculé.
I . . .	$0^{gr},3702$	$0^{gr},7652$	51,16	51,12
II . . .	$0^{gr},5906$	$0^{gr},2290$	51,47	
III . . .	$0^{gr},3803$	$0^{gr},7843$	51,02	

L'hydrate de chloral lui-même renferme 64,35 °/o de chlore.

L'alcool nitro-isopropylique trichloré constitue un corps solide incolore, cristallisant en aiguilles ou petits prismes notablement durs.

Il est insoluble dans l'eau, mais il se dissout aisément dans les alcools méthylique, éthylique, etc., l'acétone, l'éther, etc. Il fond à 42°-43°. L'hydrate de chloral lui-même fond à 57°.

L'action des alcalis caustiques sur ce produit où le carbone est si pauvre en hydrogène, me paraît devoir être intéressante. Ce que j'en sais pour le moment, c'est que le noyau C_3 se scinde aisément, en fournissant du chloroforme.

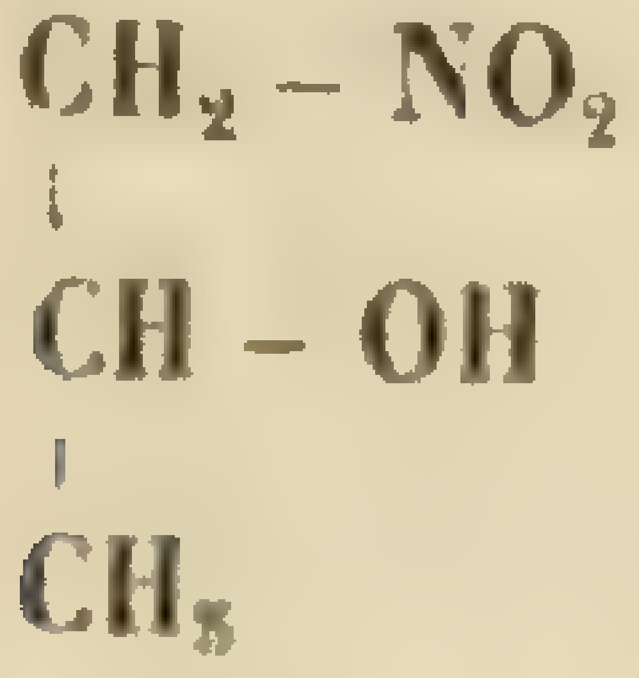


$$\begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ | \\ HC-OH \\ | \\ CCl_3 \end{array} + OKH = \begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ | \\ HC<\begin{array}{l} OK \\ OH \end{array} \end{array} + HCCl_3.$$

Je ferai remarquer que le pouvoir additionnel du chloral $H_3C-CH-O$ au nitro-méthane est beaucoup moins intense que celui de l'éthanal lui-même; il est plus lent à s'exercer et s'accompagne d'un dégagement de chaleur beaucoup plus faible; de plus, il ne s'accomplit guère qu'une fois, le chloral paraissant inerte sur l'alcool nitro-isopropylique trichloré (*).

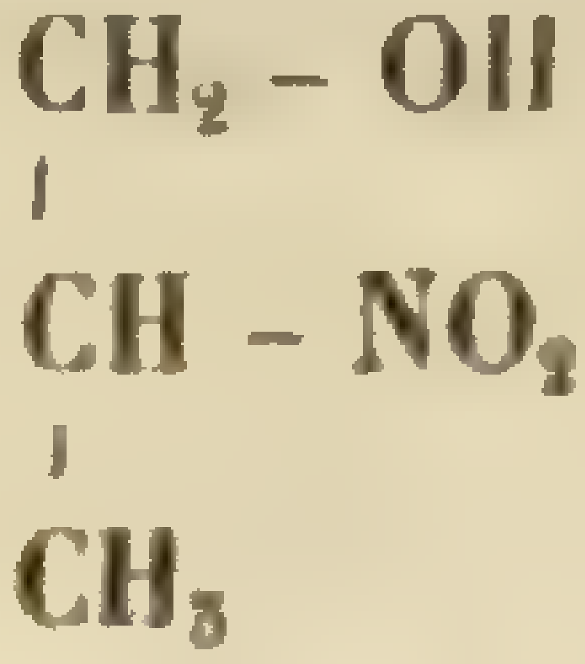
Au *propane* $CH_3-CH_2-CH_3$ correspondent trois *alcools nitro-propyliques*.

α)



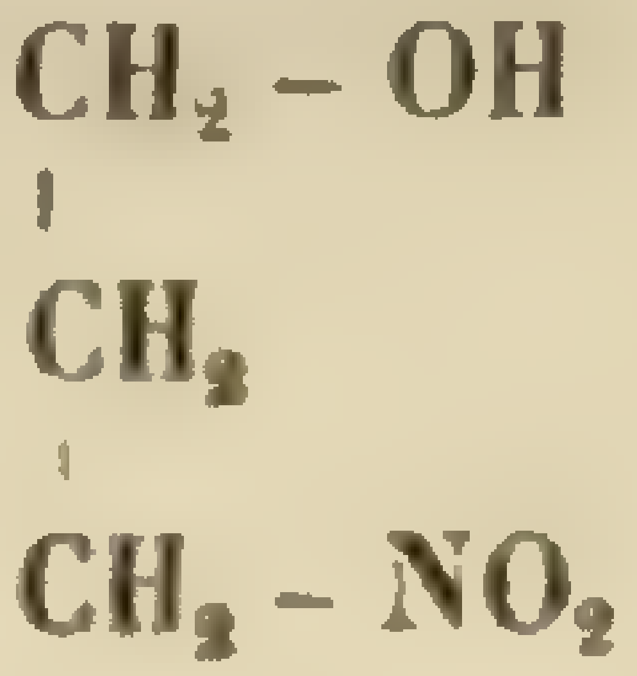
$$\begin{array}{l} CH_2-NO_2 \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

β)



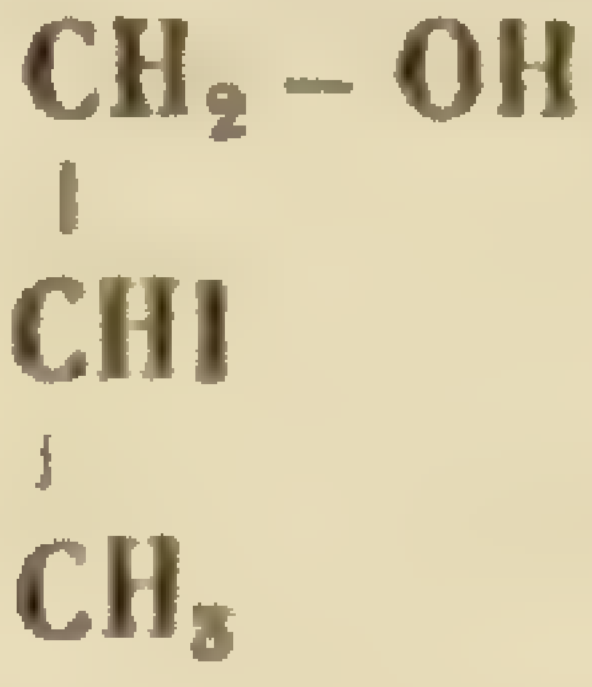
$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-NO_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

γ)

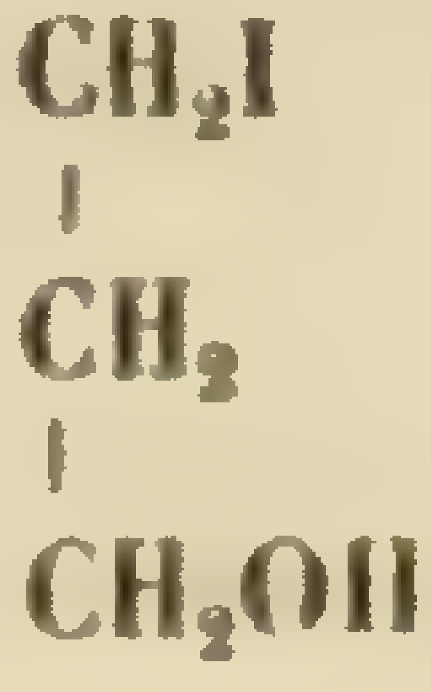


$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2-NO_2 \end{array}$$

Les dérivés β et γ qui restent à faire connaître s'obtiendraient vraisemblablement par la réaction des *iodhydrines propyléniques* correspondantes



$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CHI \\ | \\ CH_3 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} CH_2I \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

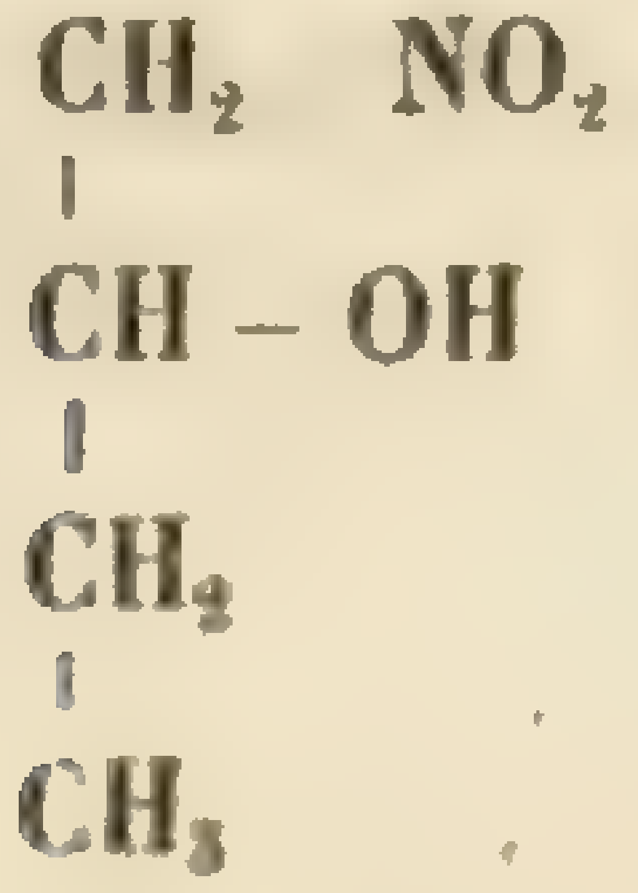
sur le nitrite d'argent. J'espère être à même de faire réaliser plus tard ces réactions dans mon laboratoire.

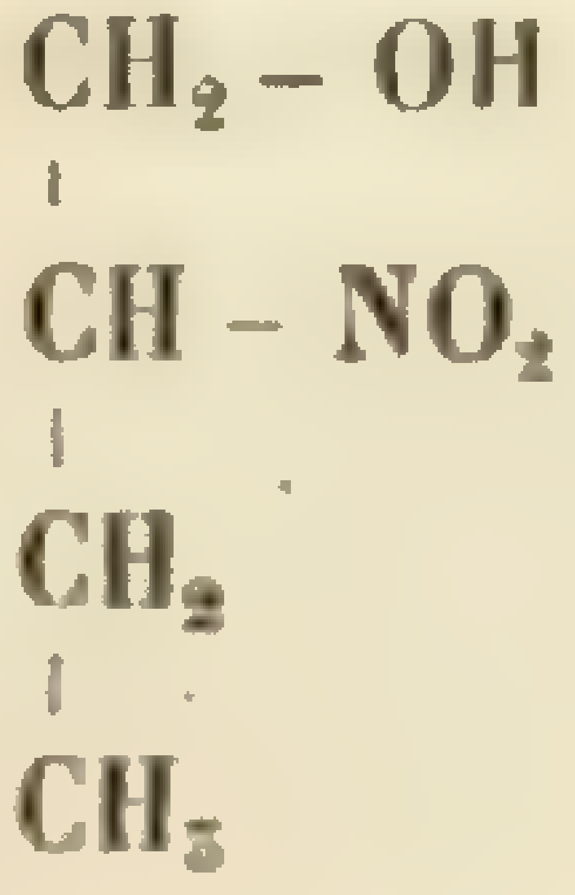
(*) L'action physiologique de ce composé me parait devoir être intéressante. Mon collègue de Gand, M. Heymans, a bien voulu, à ma demande, se charger de cette recherche.

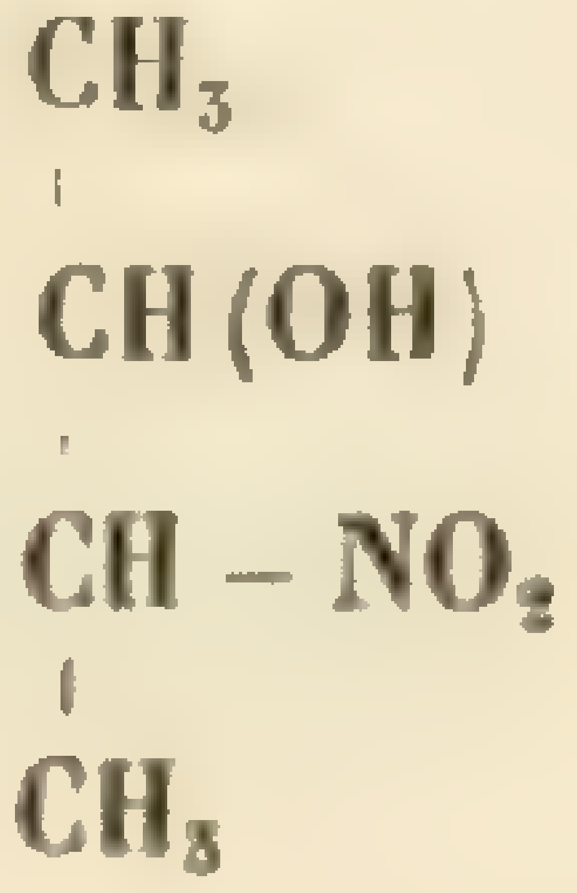
Alcools en C_4.

Au butane normal, $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$, peuvent être rattachés divers alcools nitrés $C_4H_8 < \begin{matrix} OH \\ NO_2 \end{matrix}$, au nombre de six :

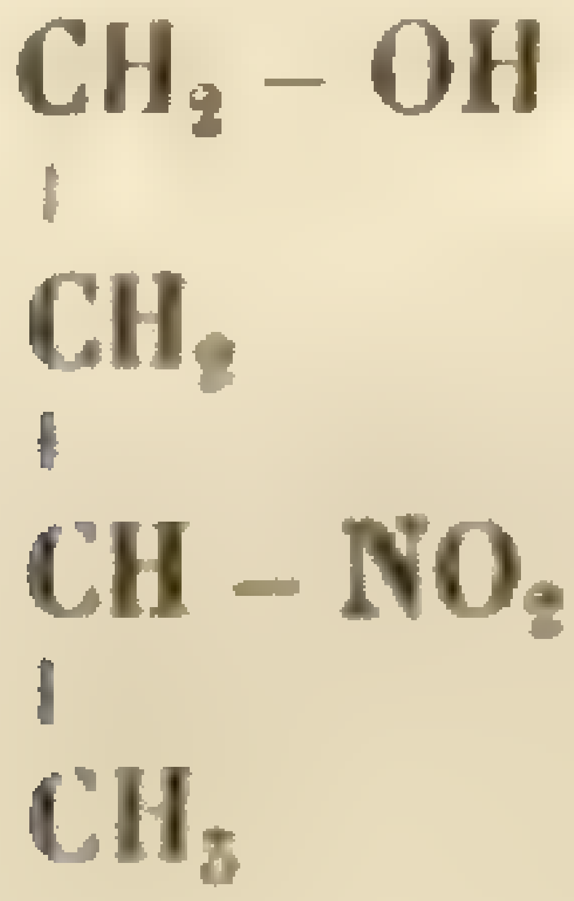
a) Trois *continus*, répondant aux formules

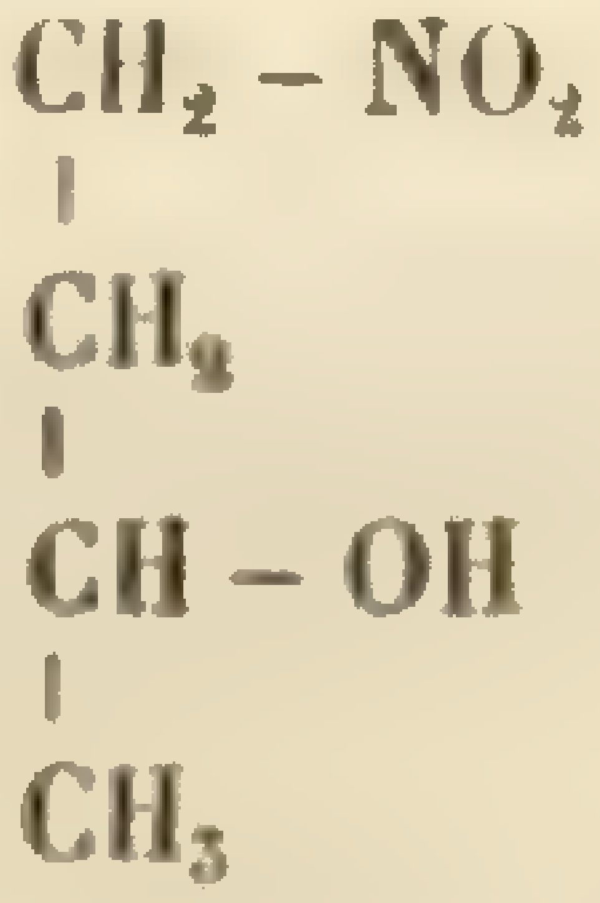
α)

$$\begin{matrix} CH_2 \quad NO_2 \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

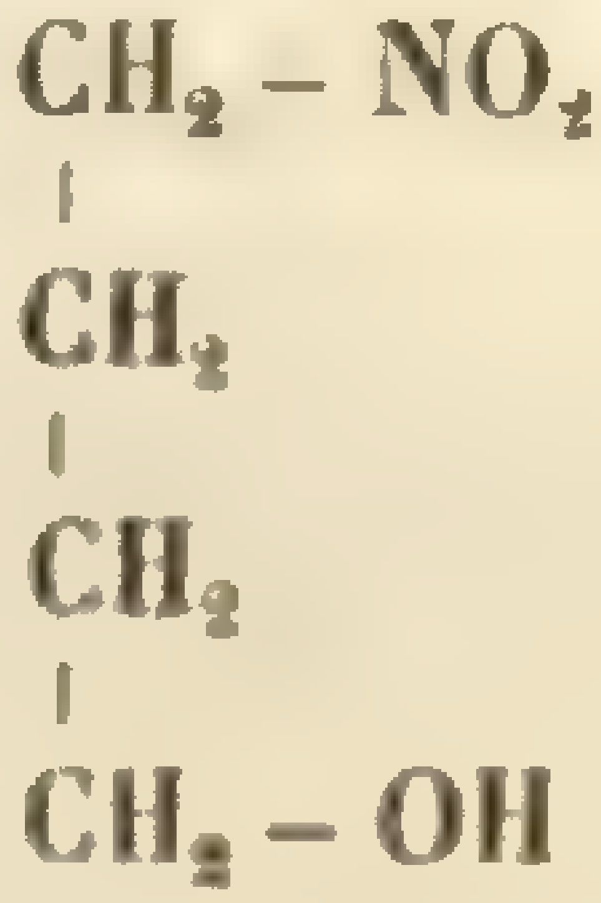
β)

$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH-NO_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

γ)

$$\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH(OH) \\ | \\ CH-NO_2 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

b) Trois *discontinus* :

δ)

$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH-NO_2 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

ε)

$$\begin{matrix} CH_2-NO_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

ζ)

$$\begin{matrix} CH_2-NO_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2-OH \end{matrix}$$

Les trois premiers termes ou les dérivés *continus* ont été obtenus dans mon laboratoire :

α. *Alcool butylique secondaire* mono-nitré primaire $(NO_2)-CH_2-CH-(OH)-CH_2-CH_3$.

Ce corps est le produit de l'addition du *propanal* $H_3C-CH_2-C \leqslant \begin{matrix} H \\ O \end{matrix}$ au nitro-méthane.

J'ai pris 15 grammes de chaque composé, ce qui correspond presque exactement à des quantités équimoléculaires (*). Les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre;

(*) $C_3H_6O = 58$; $H_3C-NO_2 = 61$.

j'ajoute à leur mélange son volume d'eau; celle-ci surnage.

L'introduction de quelques fragments de potasse carbonatée détermine la réaction; le thermomètre s'élève graduellement de 20° à 60° environ. Le produit formé, plus dense que l'eau, tombe au fond.

Je ferai remarquer que la réaction est beaucoup plus calme et moins vive qu'avec l'éthanal $H_3C - C \leqslant \begin{smallmatrix}H\\O\end{smallmatrix}$. Ici encore, on constate que l'intensité du caractère aldéhyde diminue rapidement à mesure que s'élève le poids moléculaire.

Le produit insoluble est desséché à l'aide de fragments de carbonate bi-potassique et soumis à la distillation sous pression raréfiée. Il bout sous la pression de 35^{m} à 123°-125°.

L'alcool butylique secondaire nitré $CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_2(NO_2)$ est analogue au composé propylique correspondant $CH_3 - CH(OH) - CH_2(NO_2)$. Il constitue un liquide incolore, quelque peu épais, sans odeur, d'une saveur piquante, puis nauséabonde.

Sa densité à 3°,5 est égale à 1,1440, plus faible que celle de son homologue isopropylique, qui est, à 18°, égale à 1,1910.

La détermination de son poids moléculaire, par la méthode cryoscopique, a donné les résultats suivants :

	Substance dissoute dans 20 grammes d'eau.	Abaissement du point de congélation.	Poids moléculaire.
I . .	0gr,3096	0°,24	119
II . .	0gr,4866	0°,38	118

Le poids moléculaire calculé est 119.

L'analyse a fourni les résultats suivants :

Azote.	Trouvé.	Calculé.
I	11,65 %	11,76
II.	11,47 %	

β. *Alcool butylique primaire* mono-nitré secondaire $CH_2 - OH - CH(NO_2) - CH_2 - CH_3$.

Ce corps, en tous points physiquement analogue au précédent, résulte de l'addition du méthanal $CH_2 = O$ aq au *nitro-propane primaire* $(NO_2)CH_2 - CH_2 - CH_3$. Il a été préparé par un de mes élèves, le R. P. Pauwels S. J., qui est occupé à en faire l'étude.

γ. *Alcool butylique mono-nitré bi-secondaire*, $H_3C - CH(NO_2) - CH(OH) - CH_3$.

Il résulte de la réaction du nitro-éthane (*) sur l'éthanal; cette réaction, tout en étant aisée, est assez paisible.

15 grammes de nitro-éthane et 9 grammes d'éthanal, quantités équimoléculaires, ont été mélangés; les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre. Le mélange surnage l'eau que l'on y ajoute. Quelques fragments de K_2CO_3 fondus y sont introduits.

(*) Je dois à mon préparateur, M De Wael, un perfectionnement dans la préparation du nitro-éthane et des composés analogues : c'est l'emploi de l'éther.

La réaction de l'iodure d'éthyle, dans un appareil à reflux, introduit par portions successives sur le nitrite d'argent dans l'éther, donne des rendements en nitro-éthane qui atteignent jusqu'à 70 %.

M. V. Meyer « n'a jamais obtenu », d'après ce qu'il dit dans son grand travail, « au delà de 50 % ». *Liebig's Annalen*, t. CLXI, p. 24, 1874.

On agite vivement la masse dans un flacon bouché. La réaction s'annonce par un dégagement de chaleur de plus en plus intense. Le thermomètre s'est élevé dans ces conditions de + 16° à + 64°.

Le produit additionnel formé est peu soluble dans l'eau et tombe au fond. On l'extrait par l'éther.

Cette opération a été répétée à diverses reprises. Dans l'une, j'ai mis à réaction, en une fois, 25 grammes de nitro-éthane et 15 grammes d'aldéhyde acétique.

Le produit restant après l'expulsion de l'éther est soumis à la distillation et rectifié sous pression raréfiée.

L'*alcool butylique nitré bi-secondaire* $CH_3 - CH(NO_2) - CH(OH) - CH_3$ est analogue à ses congénères. C'est un liquide faiblement jaunâtre, peu soluble et plus dense que l'eau au fond de laquelle il tombe, aisément soluble dans l'éther. Il est inodore, sa saveur est piquante, avec un arrière-goût nauséabond.

Sa densité à 7°,8 est égale à 1,116.

Sous la pression de 38 millimètres, il bout à 112°-115°.

Je ferai remarquer en passant que ce dérivé bi-secondaire est notablement plus volatil que ses isomères, à la fois *primaire* et *secondaire* α et β. Il en doit être ainsi.

L'analyse de ce composé a fourni les résultats suivants, quant à l'azote :

	Trouvé		
	I.	II.	Calculé.
Azote °/₀ . . .	11,80	11,72	11,76

Les propriétés des alcools nitrés sont de deux ordres :

a) Les unes se rattachent au chaînon nitré ;

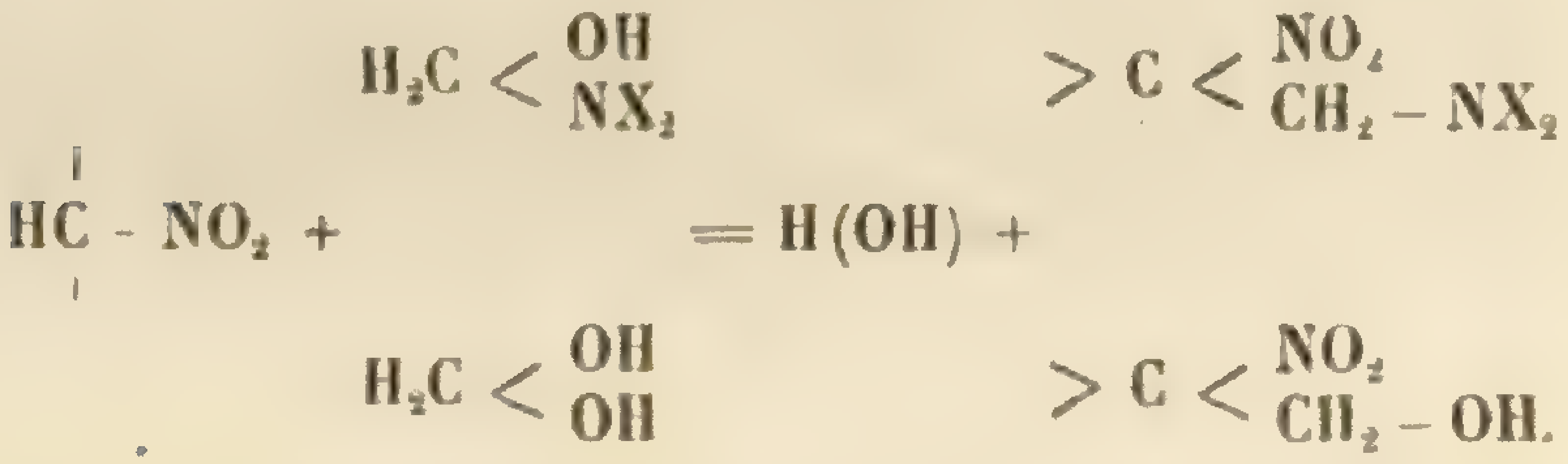
b) Les autres, au chaînon alcool.

Chaînon nitré, $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-NO_2$.

J'envisagerai parmi les alcools nitrés décrits à présent ceux-là seuls qui renferment encore de l'hydrogène dans le système *carbo-nitré,* soit $H_2\underset{|}{C}-NO_2$ ou $H\overset{|}{\underset{|}{C}}-NO_2$.

Deux corps réagissent d'une manière intéressante sur ces systèmes et sont propres à constater leur différence de *capacité réactionnelle :* ce sont les *dérivés alkylés de l'alcool amido-méthylique* $H_2C < {OH \atop NX_2}$ et le *méthanal* $H_2C < {OH \atop OH}$.

Dans l'un et l'autre cas, il s'élimine de l'eau, et l'atome d'hydrogène du groupement carbo-nitré est remplacé par les fragments H_2C-NX_2 ou H_2C-OH.



$$\begin{array}{llll} & H_2C < {OH \atop NX_2} & & > C < {NO_2 \atop CH_2 - NX_2} \\ \overset{|}{\underset{|}{HC}} - NO_2 + & & = H(OH) + & \\ & H_2C < {OH \atop OH} & & > C < {NO_2 \atop CH_2 - OH.} \end{array}$$

Sous ce rapport, le système H_2C-NO_2 est *bivalent* et le système $H\overset{|}{C}-NO_2$, *monovalent.*

Je m'occuperai dans un travail spécial des produits de l'action des alcools amido-méthyliques $H_2C < {OH \atop NX_2}$, etc. Je me bornerai à signaler ici quelques composés résultant de l'action du méthanal.

Méthanal et alcool nitro-isopropylique.

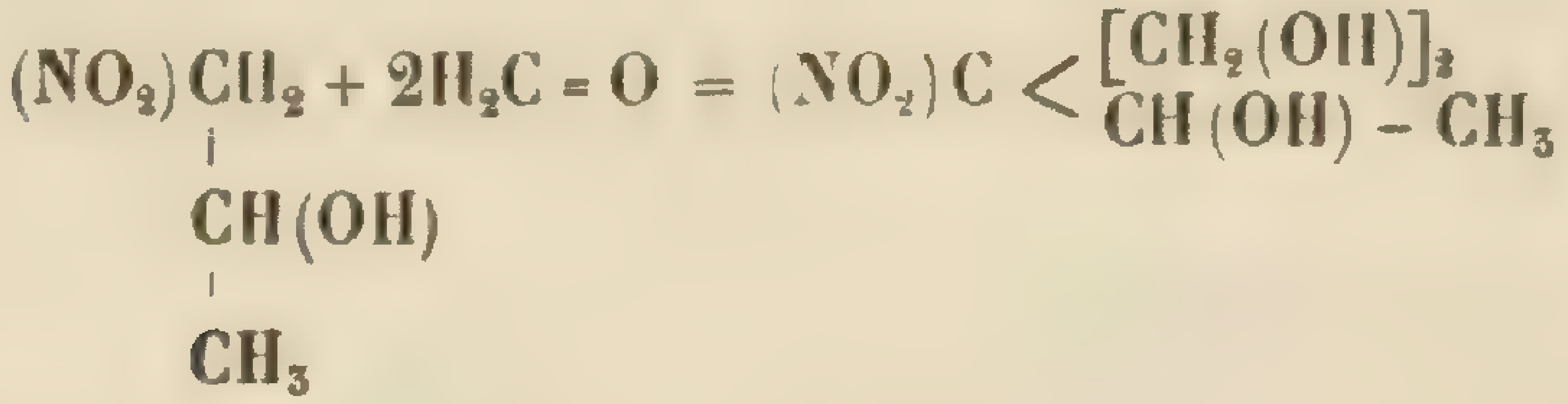
Le *méthanal* réagit aisément et nettement sur l'alcool *nitro-isopropylique* $(NO_2)CH_2 - CH(OH) - CH_3$.

10 grammes d'alcool nitré — 1-molécule — ont été mélangés avec 20 grammes de la solution aqueuse à 35 % du méthanal pur — un peu plus que deux molécules. Les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre.

L'addition de quelques petits fragments de carbonate bi-potassique et l'agitation déterminent la réaction avec lenteur. Le thermomètre s'élève progressivement de 20° environ jusque vers 60°-65°. On constate une effervescence de CO_2.

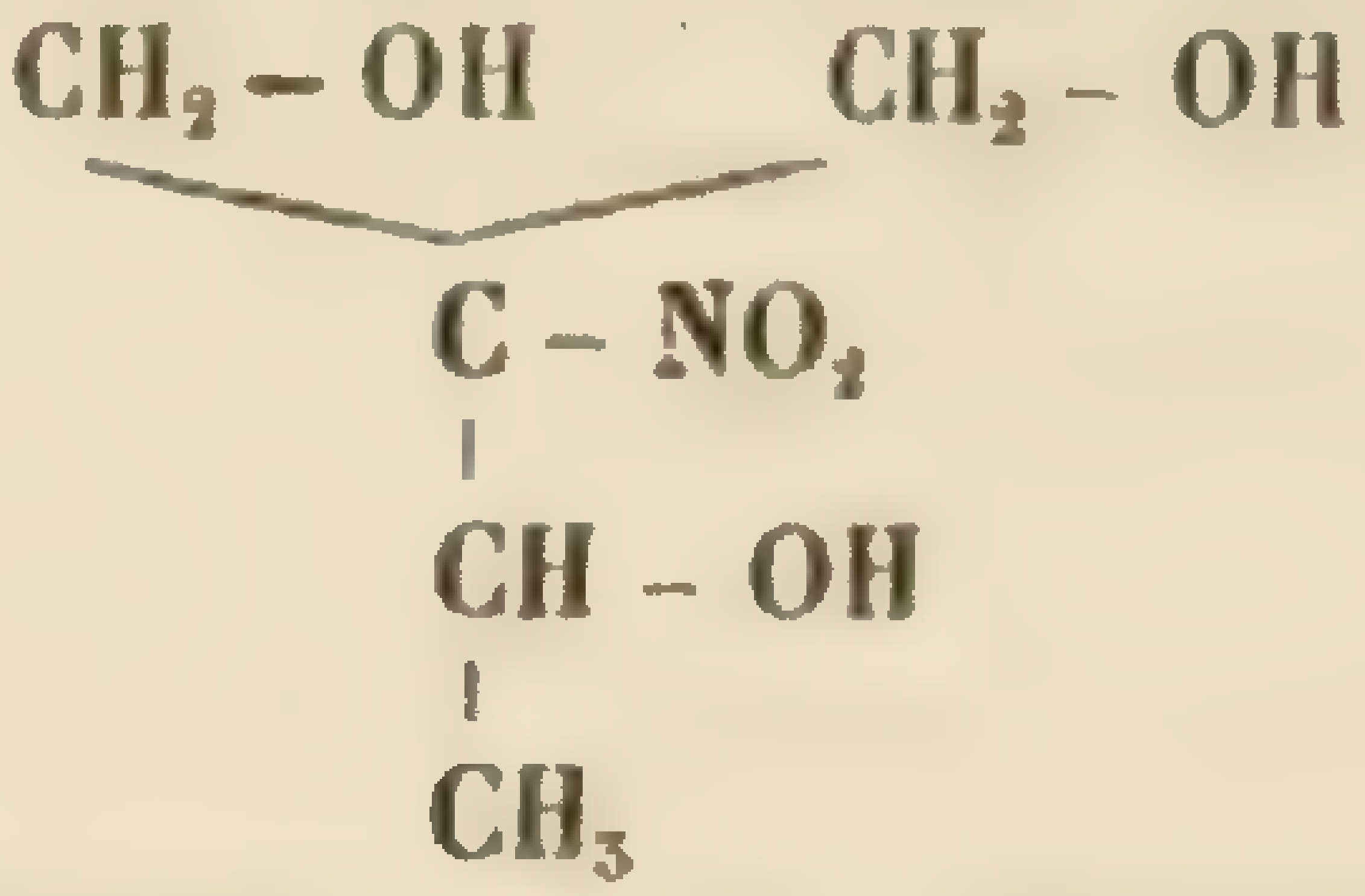
Abandonnée sur de l'acide sulfurique dans un exsiccateur, la liqueur dépose, après quelques jours, des cristaux.

Le produit ainsi formé



$$\begin{array}{l}(NO_2)CH_2 \\ \quad | \\ \quad CH(OH) \\ \quad | \\ \quad CH_3\end{array} + 2H_2C=O = (NO_2)C < \begin{array}{l}[CH_2(OH)]_2 \\ CH(OH) - CH_3\end{array}$$

constitue une *glycérine iso-amylique* mono-nitrée tertiaire.



C'est un corps solide, blanc, extérieurement analogue à la *glycérine nitro-isobutylique* $NO_2 - C - (CH_2 - OH)_3$, produit de l'addition du méthanal au nitro-méthane. Comme celle-ci, il cristallise de l'alcool méthylique, en longues aiguilles.

Ce produit est aisément soluble dans l'eau, les alcools méthylique, éthylique, etc.; il est insoluble ou très peu soluble dans l'éther.

Sa saveur est fraîche et légèrement amère.

Il fond en tube étroit à 125°-126°. Je rappellerai à cette occasion que son homologue en C_4, la glycérine nitro-isobutylique $NO_2 - C - (CH_2 - OH)_3$ fond à 158°-159°. Inutile d'ajouter qu'il n'est pas volatilisable.

L'analyse de ce produit a donné les résultats suivants, quant à l'azote :

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Calculé.
Azote °/₀ . . .	8,1	8.07	7,93	8,48

Le *méthanal* manifeste d'une manière intéressante la différence de capacité réactionnelle des isomères de l'alcool butylique mono-nitré que j'ai examinés.

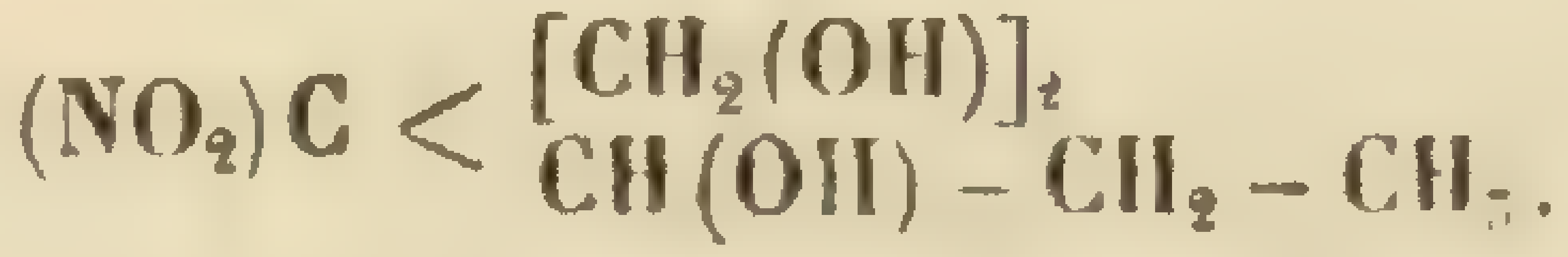
Alcool nitro-butylique secondaire $(NO_2) CH_2 - CH (OH) - CH_2 - CH_3$. Il se comporte avec le méthanal comme son homologue supérieur, l'alcool nitro-isopropylique.

J'ai employé 12 grammes d'alcool nitré et 20 grammes de la solution à 35 °/₀ du méthanal. Les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre. La présence de quelques fragments de carbonate bi-potassique détermine la réaction; le thermomètre s'élève de 16° à 60° environ.

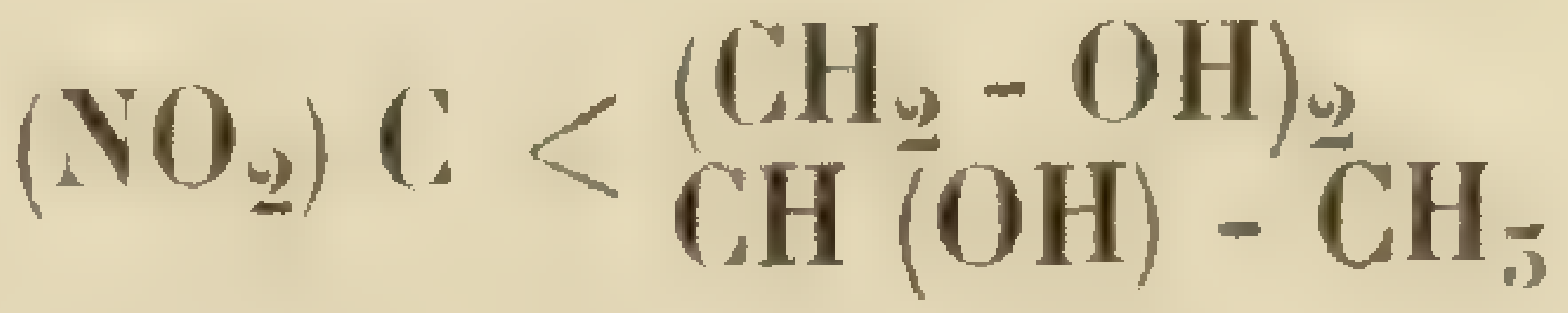
Le produit, abandonné dans le vide sur l'acide sulfurique dans une capsule à fond plat, se prend après quelque temps en aiguilles.

Ce composé, qui est fortement hydroxylé, est insoluble dans l'éther, mais il se dissout aisément dans l'alcool méthylique, d'où il cristallise en aiguilles d'une parfaite blancheur. Fraîchement préparé, il fond à 111°-112° en tube capillaire.

Ce composé répond à la formule



$$(NO_2)C < \begin{matrix}[CH_2(OH)]_2 \\ CH(OH)-CH_2-CH_3\end{matrix}.$$



Son homologue inférieur $(NO_2)C < \begin{matrix}(CH_2-OH)_2 \\ CH(OH)-CH_3\end{matrix}$ fond à 125-126°.

C'est une *glycérine mono-nitrée.* Son analyse a fourni les chiffres suivants, quant à l'azote :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Azote °/₀	7,28	7,32	7,82

On voit donc que cet alcool nitro-butylique secondaire s'est condensé avec *deux* molécules de méthanal.

Alcool nitro-butylique bi-secondaire $CH_3-CH(NO_2)-CH(OH)-CH_3$.

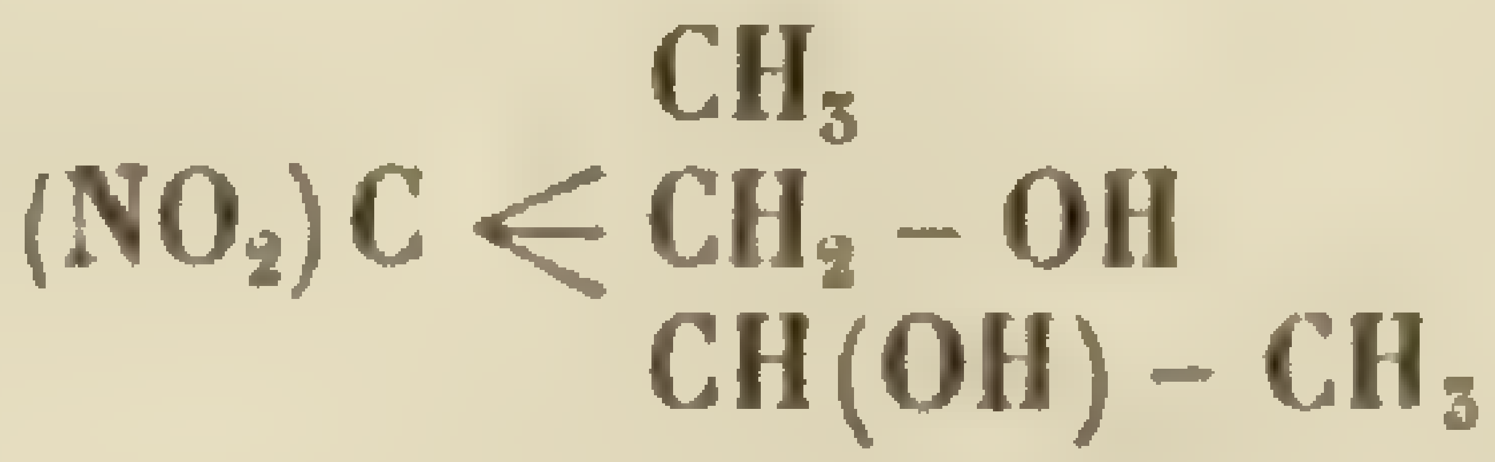
Celui-ci ne se condense qu'avec une seule molécule de méthanal.

J'ai employé 6 grammes d'alcool nitré et 5 grammes de la solution à 35 °/₀ de méthanal. Les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre. L'introduction de quelques fragments de carbonate bi-potassique détermine la réaction. Le thermomètre s'élève de 12° à 56°.

Le produit, abandonné dans le vide sur l'acide sulfurique, se prend après quelque temps en cristaux.

Ce composé est soluble dans l'alcool méthylique, mais à l'inverse du précédent, il est également soluble dans l'éther ordinaire, d'où il cristallise par évaporation spontanée en longs cristaux. Il fond à 78°-79°.

Ce composé répond à la formule



$$(NO_2)C < \begin{array}{l} CH_3 \\ CH_2 - OH \\ CH(OH) - CH_3 \end{array}$$

C'est un glycol mono-nitré.

Son analyse a fourni les résultats suivants, quant à l'azote :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Azote °/₀ . . .	9,00	8,89	9,39

Chaînon alcool $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-(OH)$.

Le caractère alcool est aisé à mettre en évidence dans les alcools nitrés mono-atomiques, soit par l'acide azotique, le chlorure et l'anhydride acétiques, le penta-chlorure de phosphore.

Je m'occuperai spécialement des dérivés de l'alcool nitro-isopropylique, celui de ces composés qui est le plus aisé à obtenir en quantités notables.

Dérivé nitrique. — Le mélange des acides azotique et sulfurique éthérifie aisément les alcools nitrés.

Dans le mélange refroidi et maintenu froid de 15 grammes d'acide azotique fumant et de 30 grammes d'acide sulfurique H_2SO_4, j'ai introduit par petites portions successives, en agitant fortement, 12 grammes d'alcool nitro-isopropylique. La réaction est des plus paisibles dans ces conditions. L'éther nitrique formé, $H_3C - CH(NO_3) - CH_2(NO_2)$, se sépare de lui-même du mélange acide et constitue une couche huileuse, incolore, surnageante.

Le rendement de l'opération est intégral : je devais obtenir 18 grammes de dérivé nitrique; ils ont été recueillis.

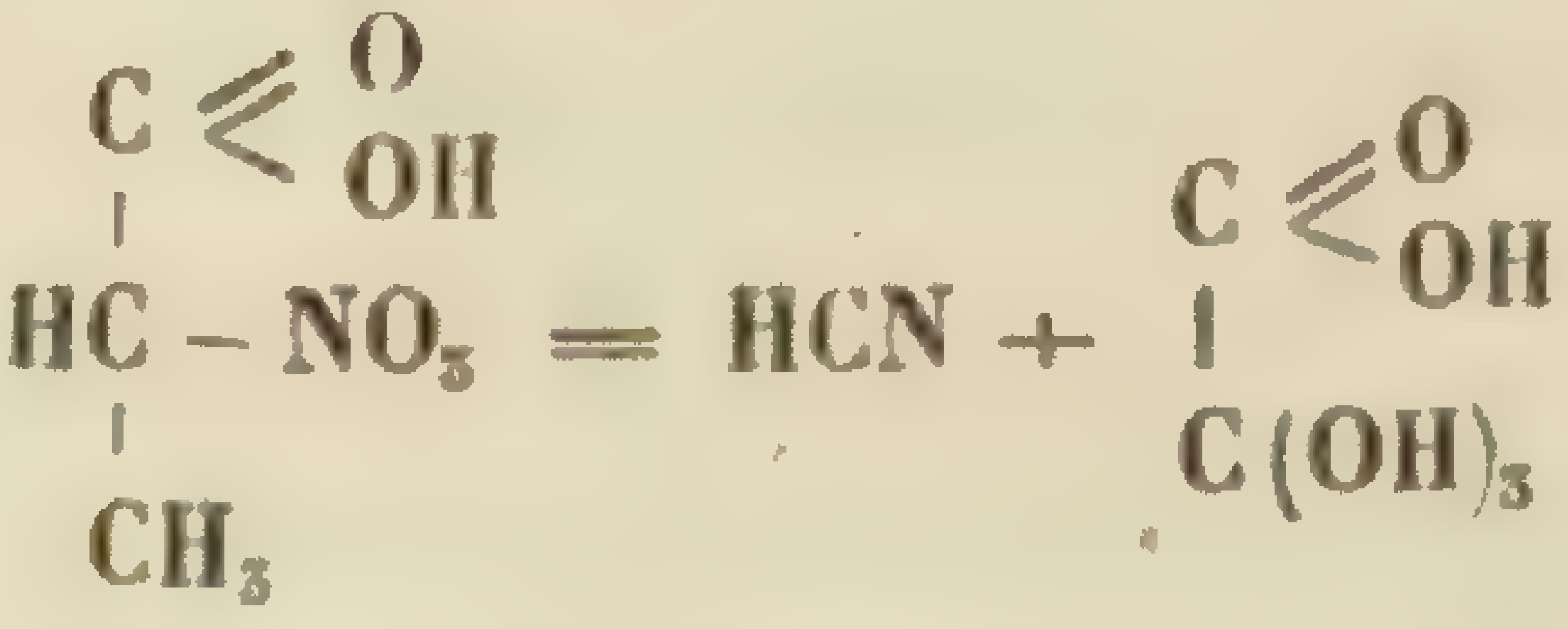
La purification du produit est simple : on le lave à l'eau dans laquelle il est insoluble et on le dessèche à l'aide du chlorure de calcium.

Le *nitrate nitro-isopropylique* $H_3C - CH(NO_2) - CH_2(NO_2)$ constitue une liqueur incolore, sans odeur appréciable, d'une saveur amère.

Il est insoluble dans l'eau au fond de laquelle il tombe; sa densité à 20° est égale à 1,338.

Ce corps est éminemment combustible et brûle dans l'air, à la façon des dérivés nitriques, avec une flamme pâle.

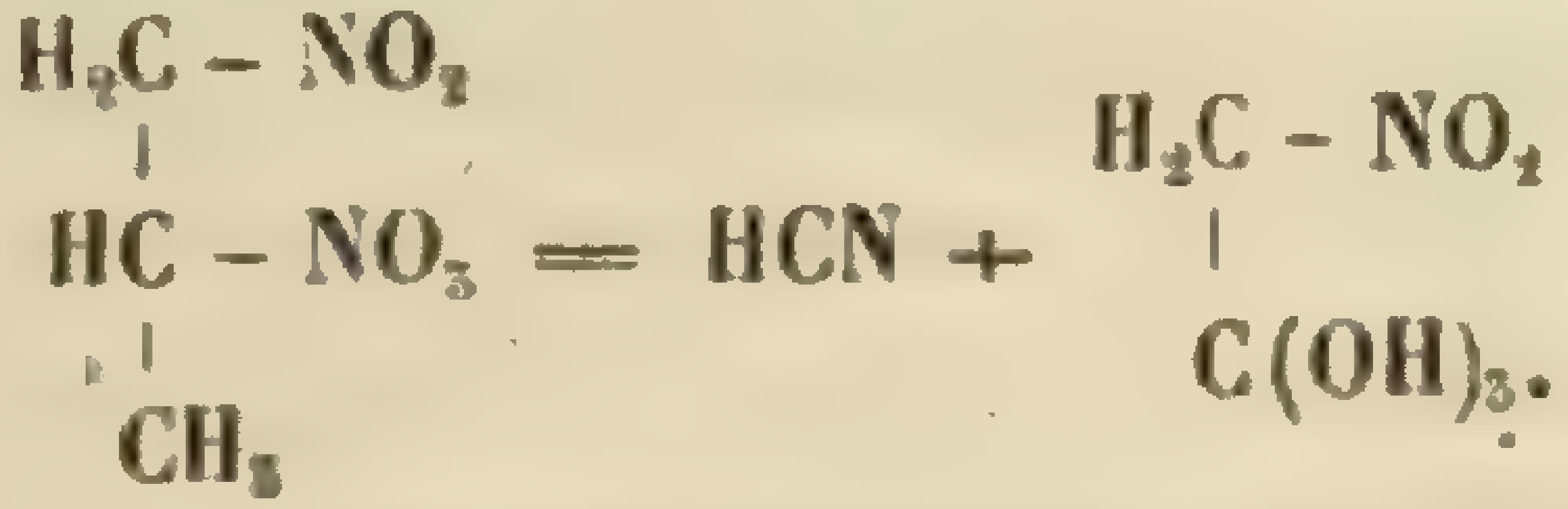
J'ai fait voir précédemment (*) que l'acide nitro-lactique secondaire $H_3C - CH(NO_3) - C \leqslant {}^{O}_{OH}$ s'oxyde spontanément, dès la température ordinaire, en donnant de l'acide cyanhydrique et de l'acide oxalique



$$\begin{matrix} C \leqslant {}^{O}_{OH} \\ | \\ HC - NO_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix} = HCN + \begin{matrix} C \leqslant {}^{O}_{OH} \\ | \\ C(OH)_3 \end{matrix}$$

(*) *Bulletin de la Société chimique de Berlin,* t. XII (année 1879), p. 1837.

L'éther nitrique de l'alcool isopropylique nitré devrait subir une oxydation analogue et donner, en même temps que l'acide cyanhydrique, de l'acide nitro-acétique



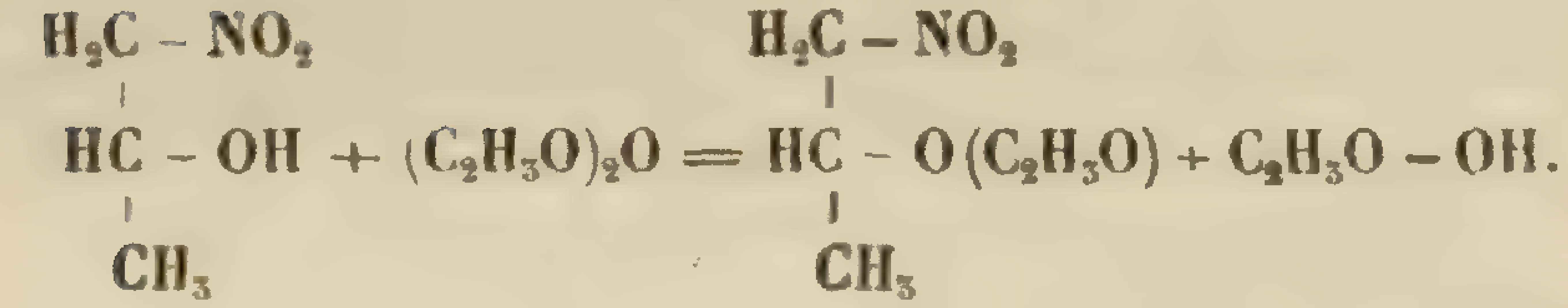
$$\begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ \quad | \\ HC-NO_3 \\ \quad | \\ CH_3 \end{array} = HCN + \begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ \quad | \\ C(OH)_3. \end{array}$$

Il ne m'a pas encore été possible de constater ce fait.

Dérivé acétique. — J'ai déjà fait connaître la réaction du chlorure d'acétyle sur l'alcool nitro-isopropylique (*).

L'emploi de l'anhydride acétique est beaucoup plus avantageux pour obtenir ces éthers acétiques.

	Poids moléculaire.
Alcool nitré	105
Anhydride acétique . . .	102



$$\begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ \quad | \\ HC-OH \\ \quad | \\ CH_3 \end{array} + (C_2H_3O)_2O = \begin{array}{l} H_2C-NO_2 \\ \quad | \\ HC-O(C_2H_3O) \\ \quad | \\ CH_3 \end{array} + C_2H_3O-OH.$$

J'ai employé 20 grammes de chacun de ces composés : les deux liquides se dissolvent l'un l'autre ; une légère caléfaction détermine la réaction à se produire. Elle est très vive, la masse entre en ébullition.

Après refroidissement, l'addition de l'eau détermine la précipitation de l'éther acétique formé sous forme d'un liquide huileux insoluble.

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXIX, p. 834, 1895.

Le rendement de l'opération est intégral ou presque : je devais obtenir 29 grammes d'acétate nitré; j'en ai obtenu au delà de 25.

On dessèche le produit sur du chlorure de calcium et on le rectifie sous pression raréfiée.

L'acétate nitro-isopropylique $H_3C - CH(C_2H_3O_2) - CH_2(NO_2)$ constitue un liquide incolore, quelque peu épais, d'une faible odeur, d'une saveur brûlante.

Sa densité à 15° est égale à 1,167. Il bout à 120° sous la pression de 35 millimètres, à peu près à la même température que l'alcool correspondant.

Son analyse, selon la méthode de Kjeldhal, a fourni les résultats suivants :

	Substance.	Azote trouvé.
I.	0gr,4030	9,49 °/₀
II.	0gr,4509	9,59 °/₀

La formule demande 9,52 °/₀ de cet élément.

Dérivé chlorhydrique. — L'action du pentachlorure de phosphore sur l'alcool nitro-isopropylique est encore plus énergique que celle du chlorure d'acétyle.

52 grammes d'alcool nitré ont été introduits petit à petit sur 64 grammes de pentachlorure. L'action est régulière; il se dégage du gaz chlorhydrique et le pentachlorure disparaît presque totalement. On détruit l'oxychlorure formé par l'eau froide. Il reste une huile plus ou moins verdâtre qui, après dessiccation sur la Cl_2, passe presque entièrement de 165° à 175°, avec un point fixe à 172°. Une rectification nouvelle fournit le produit à l'état de pureté.

Le *chlorure d'isopropyle mono-nitré* $CH_2(NO_2)-CHCl-CH_3$ ainsi obtenu constitue un liquide incolore, mobile, d'une faible odeur, insoluble dans l'eau, d'une densité égale à 1,2361 à 15°. Il bout à 172° sous la pression de 749 millimètres.

La détermination de sa densité de vapeur a fourni les chiffres suivants :

Substance	$0^{gr},0356$
Pression barométrique. . .	747^{mm}
Mercure soulevé.	690^{mm}
Tension de la vapeur . . .	57^{mm}
Volume de la vapeur . . .	$119^{cc},8$
Température	100°

qui correspondent à 4,25. La densité calculée est 4,26.

Son analyse a fourni les résultats suivants, en ce qui concerne le chlore (méthode de Carius) :

			CHLORE °/o.	
	Substance.	AgCl.	Trouvé.	Calculé.
I . . .	$0^{gr},4592$	$0^{gr},5179$	27,94	28,75
II . . .	$0^{gr},4238$	$0^{gr},4784$	27,94	
III . . .	$0^{gr},3833$	$0^{gr},4330$	28,02	
IV . . .	$0^{gr},4251$	$0^{gr},4803$	28,06	

Je reviendrai, dans un travail spécial, sur ce composé, sous le rapport de sa volatilité; celle-ci est d'un haut intérêt au point de vue de la question générale de la volatilité dans les composés chloro-nitrés.

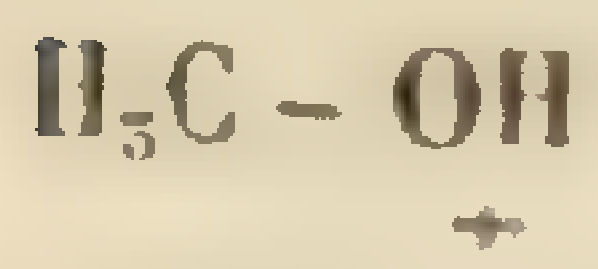
—

CHIMIE. — RECHERCHES SUR LES DÉRIVÉS MONOCARBONÉS; par Louis Henry, membre de l'Académie.

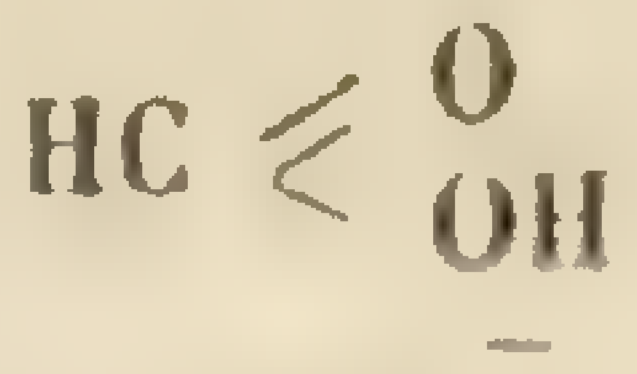
§ XII. — *Sur la condensation des alcools alkyl-amido-méthyliques avec les paraffines nitrées.*

J'ai, à diverses reprises, attiré l'attention des chimistes sur la modification que le voisinage de certains *éléments* ou *radicaux étrangers* détermine dans les *aptitudes fonctionnelles* du radical *hydroxyle* - OH alcool, notamment dans l'alcool méthylique $H_3C - OH$, l'alcool *par excellence*.

C'est ainsi que le voisinage d'un élément négatif énergique, tel que O, Br, change le signe de l'hydroxyle - OH et le rend *acide*

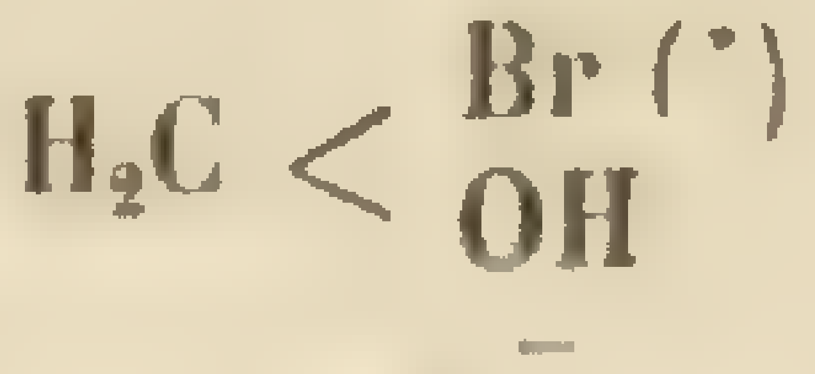


$$H_3C - \underset{+}{OH}$$



$$HC \leqslant \begin{matrix} O \\ \underset{-}{OH} \end{matrix}$$

Acide formique.



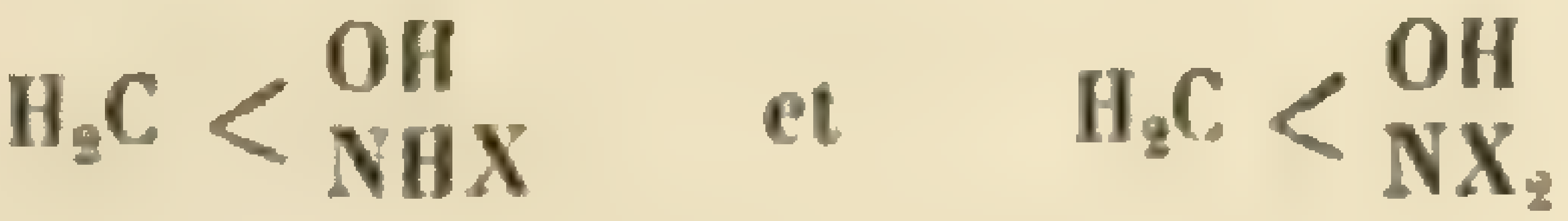
$$H_2C < \begin{matrix} Br\ (^*) \\ \underset{-}{OH} \end{matrix}$$

Acide bromo-méthylique.

alors qu'au contraire le voisinage de groupements positifs renforce le caractère basique de ce même hydroxyle OH et lui permet de faire la double décomposition avec des composés hydrogénés sur lesquels l'alcool méthylique est inerte.

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXVI, p. 615.

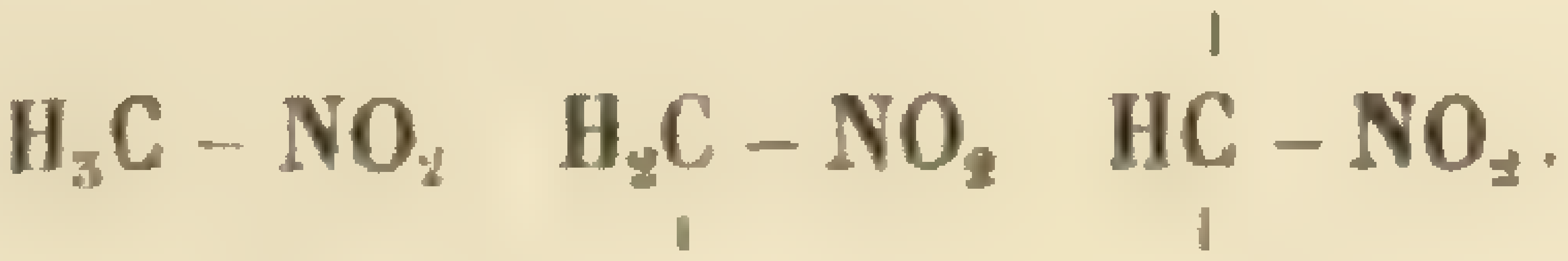
Ainsi en est-il des alcools amido-méthyliques



$$H_2C < \begin{matrix}OH\\NHX\end{matrix} \quad \text{et} \quad H_2C < \begin{matrix}OH\\NX_2\end{matrix}$$

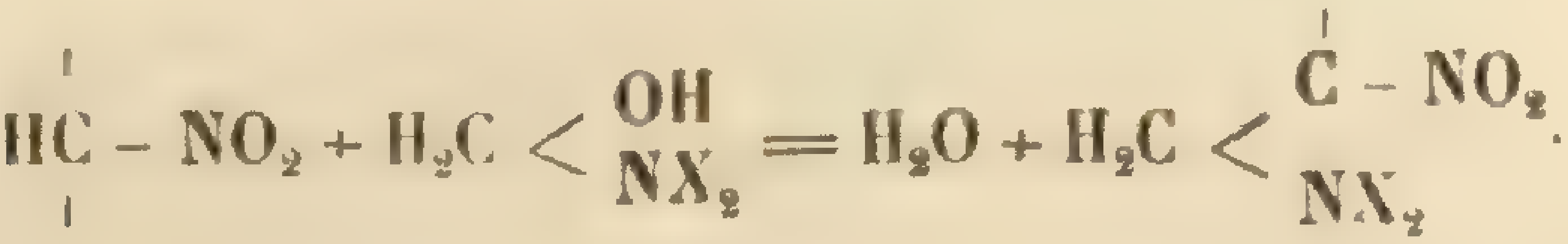
qui réagissent aisément et nettement avec les bases ammoniacales *mono-* et *bi-* substituées XNH et X_2NH, et avec l'acide cyanhydrique HCN (*).

J'ai constaté qu'il en est de même des *nitro-paraffines*, de celles du moins qui, renfermant de l'hydrogène fixé sur l'atome de carbone nitré, correspondent aux systèmes



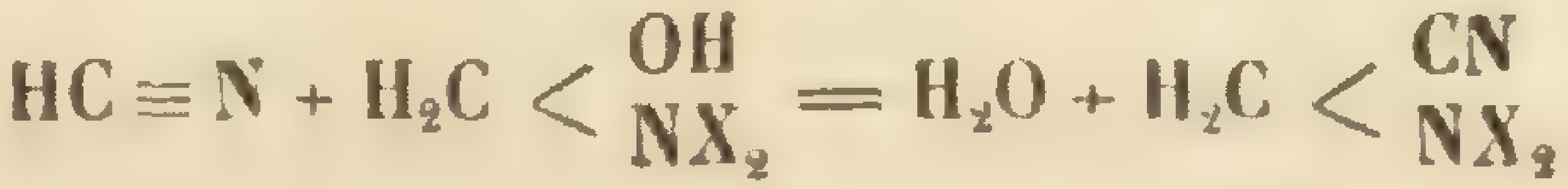
$$H_3C-NO_2 \quad \underset{|}{H_2C}-NO_2 \quad \overset{|}{\underset{|}{HC}}-NO_2.$$

Il s'élimine de l'eau et l'hydroxyle - OH est remplacé par la nitro-paraffine, moins un atome d'hydrogène



$$\overset{|}{\underset{|}{HC}}-NO_2 + H_2C < \begin{matrix}OH\\NX_2\end{matrix} = H_2O + H_2C < \begin{matrix}\overset{|}{C}-NO_2\\NX_2\end{matrix}.$$

Les *nitro-paraffines* se comportent donc ici, une fois encore, comme l'acide cyanhydrique



$$HC\equiv N + H_2C < \begin{matrix}OH\\NX_2\end{matrix} = H_2O + H_2C < \begin{matrix}CN\\NX_2\end{matrix}$$

à part la *capacité de réaction ;* l'acide cyanhydrique, composé mono-hydrogéné, ne peut réagir qu'une seule fois et

---

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXVIII, pp. 355-378 et pp. 257-261.

sur une seule molécule d'alcool méthylique alkylo-amidé, tandis que les nitro-paraffines peuvent réagir sur autant de molécules qu'elles renferment d'atomes d'hydrogène.

C'est l'*alcool amyléno-méthylique* $H_2C < \begin{matrix} OH \\ N = C_5H_{10} \end{matrix}$ (*), produit de l'addition de la pipéridine au méthanal, qui m'a fourni les résultats les plus nets.

Nitro-méthane $H_3C - NO_2$.

La réaction du nitro-méthane sur l'alcool amyléno-méthylique $H_2C < \begin{matrix} OH \\ N = C_5H_{10} \end{matrix}$ *une* molécule du premier de ces composés pour *trois* du second — est extrêmement vive et il est nécessaire de bien refroidir. — J'ajoute en passant que le nitro-méthane est inerte sur la pipéridine elle-même. La masse liquide s'épaissit, devient visqueuse et après quelque temps se prend en un magma cristallin, d'une blancheur parfaite.

Le rendement de l'opération est intégral.

Il suffit d'une cristallisation pour obtenir le produit à l'état de pureté.

Ce composé répond à la formule

$$(NO_2)C - (CH_2 - N = C_5H_{10})_3$$

et se rattache au nitro-isobutane tertiaire $(NO_2)C - (CH_3)_3$.

Il est assez difficile de le dénommer; ne le pourrait-on pas appeler la *triamine isobutylique triamylénique mono-nitrée tertiaire?*

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* 3e sér., t. XXVIII, p. 374.

Son analyse a fourni les résultats suivants, en ce qui concerne l'azote :

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Calculé.
Azote °/₀ . . .	15,22	15,73	15,69	15,90

Cristallisé de l'éther, de l'acétone ou de l'alcool, ce produit se présente sous forme de petites aiguilles, parfaitement blanches. Il fond à 86°-87°.

Il est insoluble dans l'eau, mais se dissout aisément dans l'éther, l'acétone, l'alcool ordinaire ; moins facilement dans l'alcool méthylique.

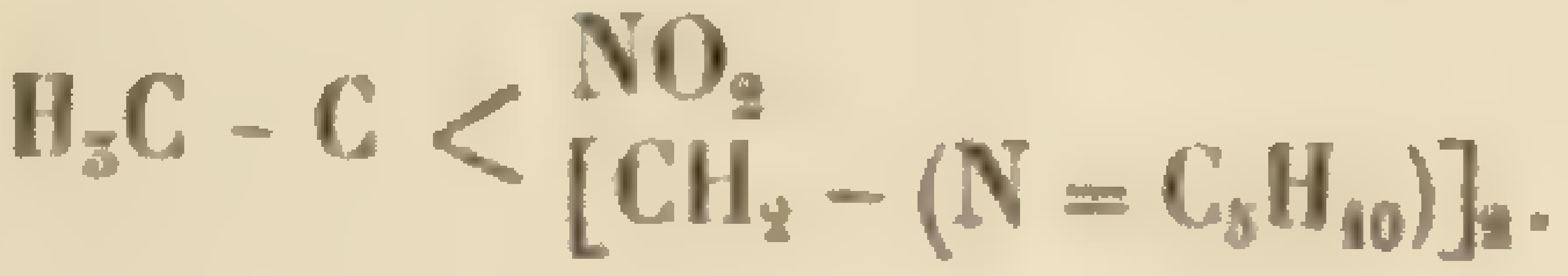
Nitro-éthane $H_3C - CH_2(NO_2)$.

La molécule du nitro-éthane réagit sur deux molécules du composé pipéridique.

La réaction est aisée et rapide, mais moins énergique que celle du nitro-méthane. Le produit, qui est insoluble, ne tarde pas à se concréter en aiguilles toutes blanches.

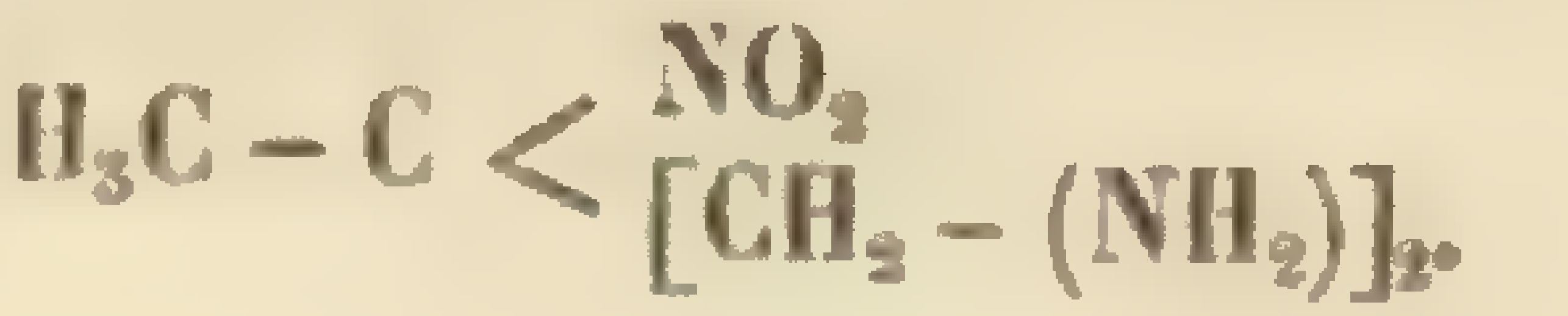
Une seule cristallisation suffit pour en opérer la purification. Ici aussi, le rendement est intégral.

Ce composé répond à la formule



$$H_3C - C < \begin{array}{l} NO_2 \\ [CH_2 - (N = C_5H_{10})]_2 \end{array}.$$

C'est le dérivé bi-pipéridique de la nitro-diamine isobutylique

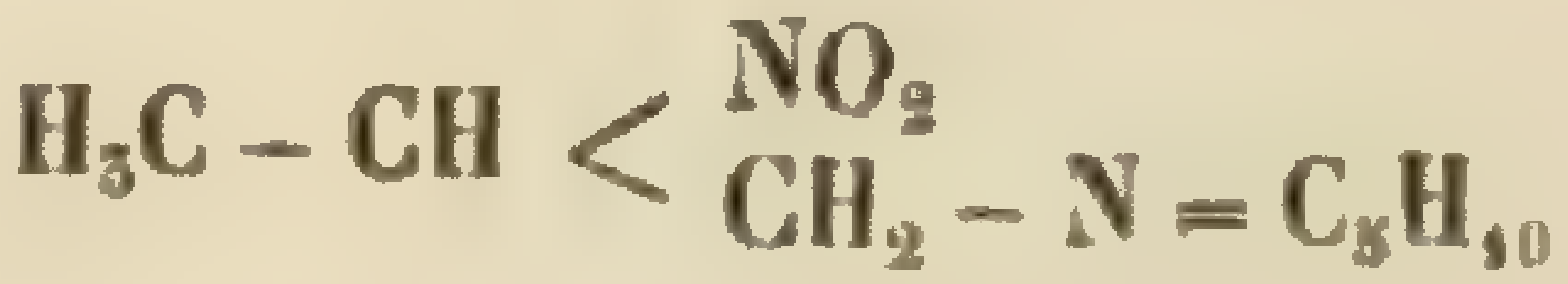


$$H_3C - C < \begin{array}{l} NO_2 \\ [CH_2 - (NH_2)]_2. \end{array}$$

La détermination de l'azote dans ce produit a fourni les chiffres suivants :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Azote °/₀	15,41	15,07	15,61

Il n'est pas inutile que j'ajoute que le dérivé monopipéridique du nitro-éthane



$$H_3C-CH<\begin{matrix}NO_2\\CH_2-N=C_5H_{10}\end{matrix}$$

correspondrait à 16,27 °/₀ d'azote.

Ce corps est analogue au précédent. Il cristallise de l'éther en belles aiguilles, d'une parfaite blancheur, inaltérable à l'air, fusibles à 98°-99°.

Alcool nitro-butylique $H_3C-CH(NO_2)-CH(OH)-CH_3$.

Je n'ai pas eu à ma disposition du *nitro-isopropane* $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>CH(NO_2)$ pour constater, sur l'alcool méthylopipéridique $H_2C<\begin{matrix}OH\\N=C_5H_{10}\end{matrix}$, l'action d'un dérivé renfermant le système monohydrogéné $>CH(NO_2)$.

J'ai employé dans ce but l'alcool *nitro-butylique normal bi-secondaire* $CH_3-CH(NO_2)-CH(OH)-CH_3$ (*).

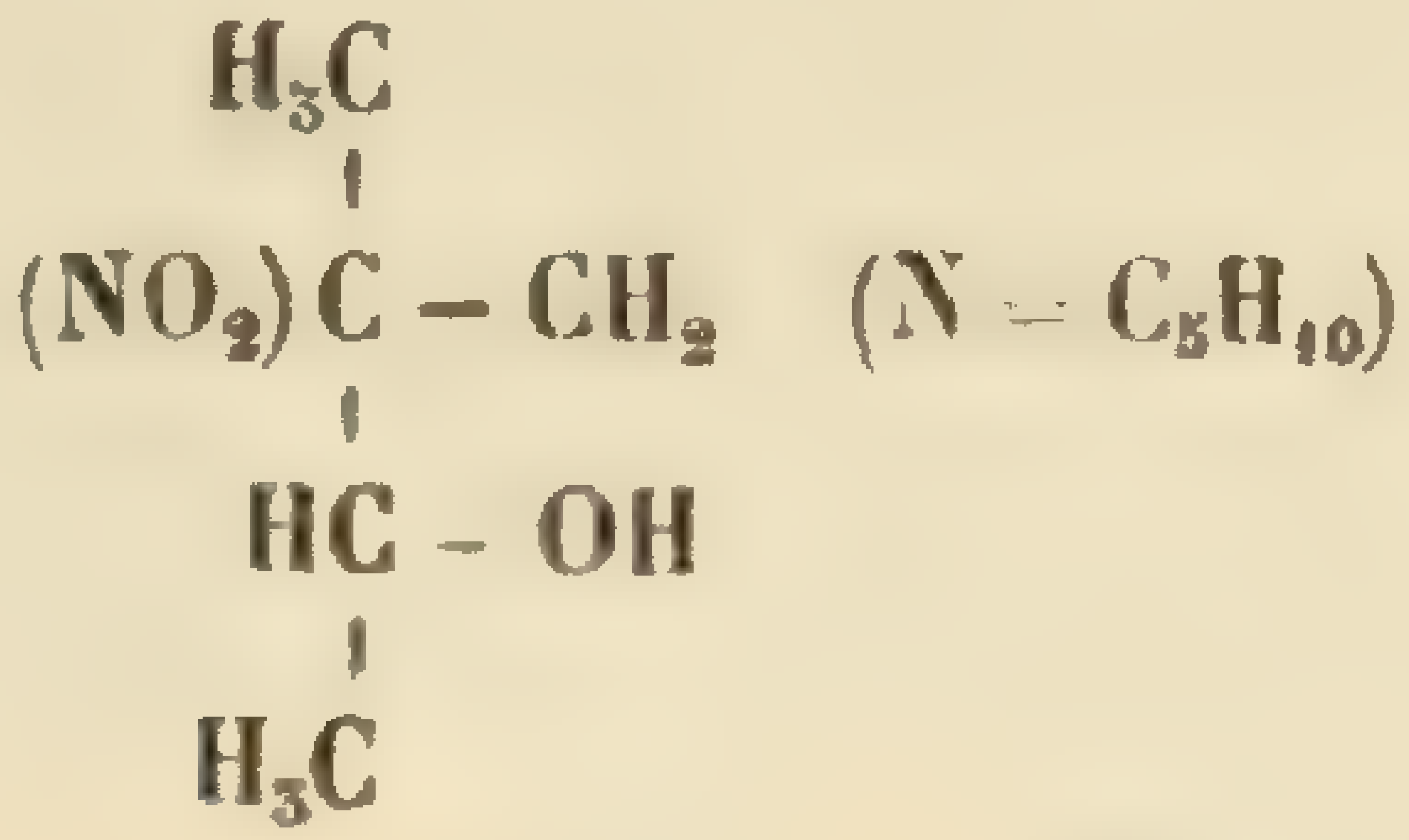
(*) Je décrirai cet alcool nitré dans une communication prochaine. Je me bornerai à dire qu'il résulte de l'addition du *nitro-éthane* à l'*éthanal*, et j'ajouterai que parmi les divers alcools nitro-butyliques

L'alcool *nitro-butylique normal* $H_3C-(NO_2)-CH(ON)-CH_3$ réagit avec une seule molécule du composé méthylo-pipéridique.

L'action est modérée dans son intensité. Le produit se prend en masse par le froid.

On commence par le dessécher en l'étendant sur une surface poreuse, on le fait cristalliser dans l'éther.

Ce corps répond à la formule



$$\begin{array}{l} H_3C \\ \quad | \\ (NO_2)C-CH_2\quad (N=C_5H_{10}) \\ \quad | \\ HC-OH \\ \quad | \\ H_3C \end{array}$$

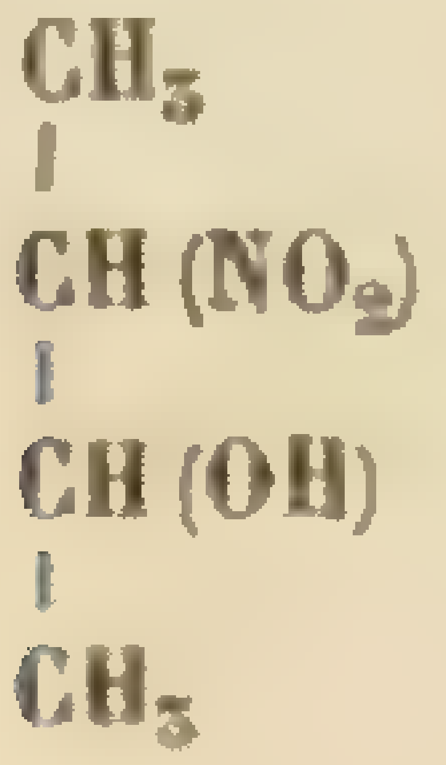
On y a trouvé 14,36 % et 13,97 % d'azote. La formule ci-dessus en demande 14,58 %.

Ce composé est analogue aux précédents par son

---

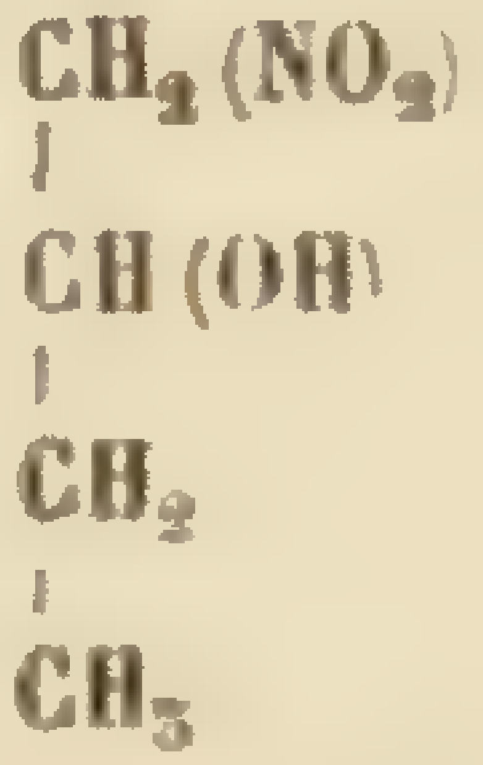
normaux possibles, *trois* ont été obtenus jusqu'ici dans mon laboratoire :

α)



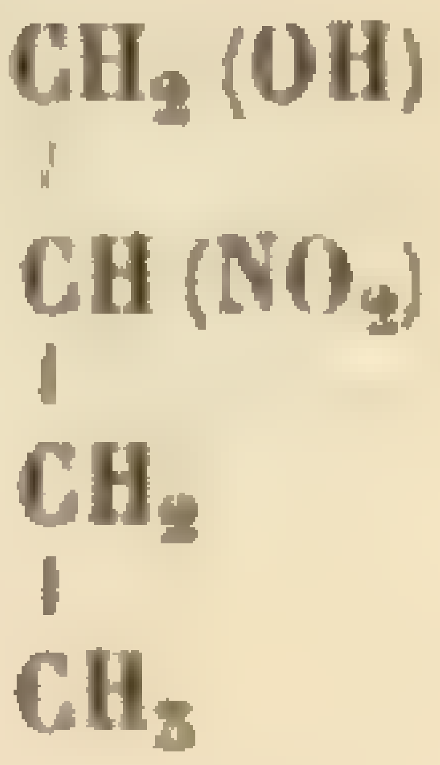
$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH(NO_2) \\ | \\ CH(OH) \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

β)



$$\begin{array}{l} CH_2(NO_2) \\ | \\ CH(OH) \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

γ)



$$\begin{array}{l} CH_2(OH) \\ | \\ CH(NO_2) \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Les composés β et γ résultent respectivement de l'addition du nitro-méthane au propanal et de l'addition du méthanal au nitro-propane primaire.

aspect extérieur et ses caractères de solubilité. Il cristallise en longues aiguilles blanches, fusibles à 98°.

Dans une communication ultérieure, je ferai connaître l'action réciproque d'autres dérivés de l'alcool amido-méthylique $H_2C<\begin{smallmatrix}OH\\NH_2\end{smallmatrix}$ sur ces nitro-paraffines et d'autres composés analogues. Je me bornerai à constater en terminant l'action de l'alcool di-méthyl-amido-méthylique $H_2C<\begin{smallmatrix}OH\\N(CH_3)_2\end{smallmatrix}$; ce corps donne avec le nitro-méthane un composé nettement cristallin qui me paraît avoir, dans ce groupe de composés, un intérêt tout spécial.

CHIMIE. — *A propos d'une prétendue erreur ;* par Louis Henry, membre de l'Académie.

J'accepte la responsabilité des erreurs que j'ai pu commettre et je n'ai pas la prétention de n'en avoir pas à ma charge. Dans les sciences expérimentales, celui qui ne se trompe pas ou ne s'est jamais trompé est celui qui ne fait rien ou n'a jamais rien fait. Mais ce que je ne puis pas permettre, c'est que l'on m'attribue des erreurs auxquelles je suis étranger.

C'est ce qui m'arrive dans un travail publié récemment dans les *Monatshefte* de Vienne, par MM. H. Weidel et E. Roithner (*).

(*) *Monatshefte für Chemie,* t. XVII, p. 185.

On m'y fait dire que l'*amide* pyrotartrique $(NH_2) CO - CH_2 - CH (CH_3) - CO (NH_2)$ fond à 175°, alors qu'en réalité elle fond, selon ces auteurs, à 225°. La différence est considérable; aussi MM. Weidel et Roithner veulent bien l'attribuer à une erreur d'impression dans mon mémoire.

Je ne me donnerais pas la peine de relever ces chiffres devant l'Académie et le public chimique s'il n'était question ici d'une idée générale.

Je dirai tout d'abord que je ne me suis pas occupé de *cette amide pyrotartrique,* mais bien de son isomère, la *normale.* Voici à quelle occasion.

Dans diverses notes publiées dans les *Comptes rendus*, en 1885 (*), je suis revenu, pour le préciser, le généraliser et l'étendre, sur le fait, évidemment bien étrange et bien digne d'attention, déjà signalé antérieurement, mais d'une manière incomplète, de l'alternance de fusibilité dans le groupe des *composés normaux oxalo-adipiques,* suivant qu'ils sont *pairs* ou *impairs* quant au nombre des atomes de carbone. J'ai fait remarquer que la même alternance se constate aussi pour la *solubilité* dans l'eau.

Je me suis occupé notamment des amides proprement dites et des amides bi-méthyliques des acides du groupe oxalo-adipique. J'ai dû m'arrêter à l'étage C_6 parce que, à cette époque, en 1885, on n'était pas édifié d'une manière certaine sur la structure des acides bibasiques plus carbonés, C_7, C_8, etc.

(*) Tome C, pp. 60 et 943.

Quoi qu'il en soit, voici la série de fusibilité de ces diamides, telle que je l'ai indiquée :

C.			Fusion.
2.	Amide oxalique	$-(CO - NH_2)_2$	Infusible.
3.	» malonique . . .	$CH_2 - (CO - NH_2)_2$	168°-170°
4.	» succinique . . .	$(CH_2)_2 - [CO(NH_2)]_2$	243°-245°
5.	» pyrotartrique . .	$(CH_2)_3 - CO(NH_2)_2$	175°
6.	» adipique	$(CH_2)_4 - [CO(NH_2)]_2$	220°

Les deux derniers termes étaient inconnus. J'ai dû les préparer pour le besoin de ma démonstration. J'ai dû aussi à cette occasion déterminer le point de fusion de la succinamide.

On constate tout de suite dans cette série d'amides l'alternance de fusibilité, comme dans les acides libres eux-mêmes, et je les partage en deux groupes :

a) Les amides *impaires*, du type *macro-cristallin*, relativement plus fusibles et plus solubles dans l'eau.

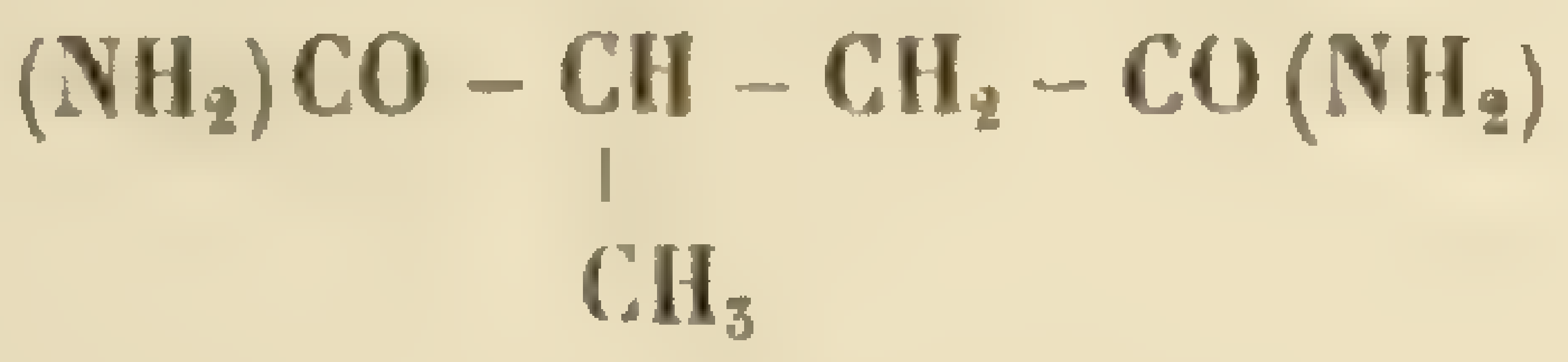
b) Les amides *paires*, du type *micro-cristallin*, relativement peu fusibles et peu solubles dans l'eau.

L'amide pyrotartrique dont il est ici question est l'amide *pyrotartrique normale* ou *glutarique* $(NH_2)CO - (CH_2)_3 - CO(NH_2)$.

C'est ce que j'ai eu soin de spécifier d'une manière explicite, non pas une fois, mais plusieurs fois, dans ma notice (*).

(*) Voir *Comptes rendus*, t. C, p. 944.

L'amide pyrotartrique, au contraire, qui a fait l'objet de la détermination de MM. Weidel et Roithner, est l'amide de l'acide pyrotartrique proprement dit (fus. 111°-112°) ou *méthyl-succinique*

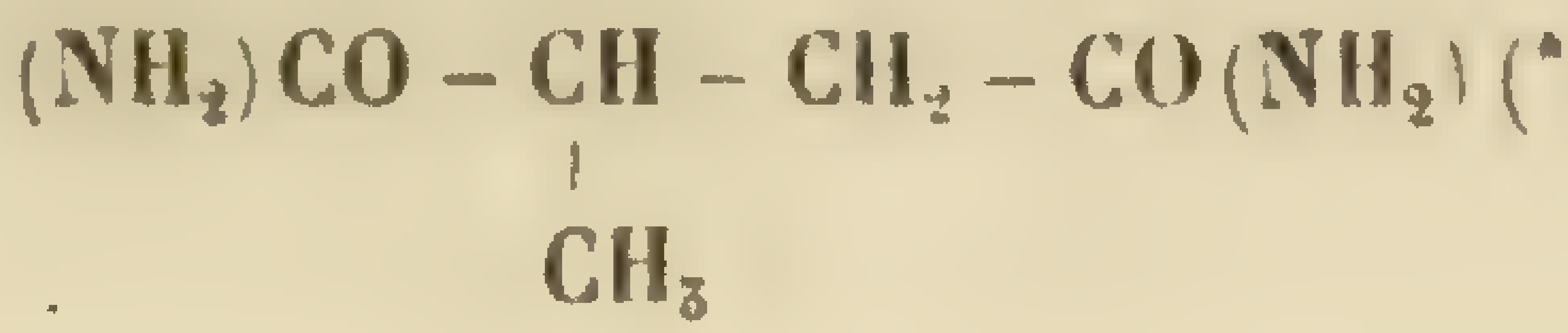


$$(NH_2)CO-\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH}-CH_2-CO(NH_2)$$

qui reproduit le type général de l'amide succinique normale.

Si quelqu'un s'est trompé dans cette circonstance, ce n'est pas moi.

L'origine de ce malentendu est, ce me semble, aisée à trouver : les deux chimistes allemands se seront bornés à consulter le traité de Beilstein, qui ne pouvait que les induire en erreur; les indications que je donne sur l'*amide glutarique* y sont en effet rapportées et attribuées à l'*amide pyrotartrique*



$$(NH_2)CO-\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH}-CH_2-CO(NH_2)$$ (*).

Il résulte de là qu'il est utile et même nécessaire, alors que l'on tient à posséder des notions précises et certaines, de recourir aux mémoires originaux.

(*) Beilstein, *Handbuch der Organische Chemie*, 3e édition, t. I, p. 1385

PHYSIQUE. — *Sur la couleur et le spectre lumineux de quelques corps organiques ;* par W. Spring, membre de l'Académie.

Il y a quelques mois, j'ai eu l'honneur de communiquer à la Classe des sciences le résultat des observations que j'avais faites sur la *couleur des alcools comparativement à la couleur de l'eau* (*). Les alcools ne sont pas, ainsi qu'on l'avait cru, des substances incolores. Homologues de l'eau, ils ont, comme celle-ci, une couleur bleue quand ils sont pris sous une épaisseur suffisante ; mais cette couleur vire de plus en plus au jaune, en passant par le bleu verdâtre, à mesure que le chaînon carboné de l'alcool devient plus long.

Ces quelques observations donnent à penser que l'absorption de la lumière par les matières organiques ne dépend pas seulement de l'espèce chimique envisagée comme une et indivisible, mais que les divers groupements atomiques qui forment, par leur réunion, un corps donné, ont chacun un pouvoir absorbant spécial. Par exemple, on distingue dans un alcool le groupe oxhydryle (OH) et le groupe carboné (C^nH^{2n+1}) ; le premier peut avoir la propriété de laisser passer plus facilement les ondes qui nous donnent la sensation du bleu, tandis que le groupe carboné laisserait mieux passer les ondes

---

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXXI, pp. 246-256, 1896.

dites *rouges*. On pourrait admettre, en somme, qu'un corps organique est réellement un assemblage de plusieurs pièces différentes qui ont conservé chacune une certaine individualité. Les formules de structure des corps organiques ne seraient pas seulement l'expression résumée des matières dont ceux-ci dérivent, mais, comme la plupart des chimistes le pensent, elles traduiraient l'organisation de ces matières.

La conséquence de ces considérations est évidente. Si elles se vérifient par l'expérience, il sera possible, dans bien des cas, de pénétrer, par un simple examen optique, la structure moléculaire d'un corps.

Comme je l'annonçais déjà dans l'article rappelé ci-dessus, j'ai entrepris cette vérification ; je désire faire connaître les résultats nouveaux que j'ai obtenus jusqu'à présent.

⁂

Les recherches actuelles ont porté d'abord sur quelques corps renfermant encore le groupe oxhydryle, à l'effet de constater si la couleur bleue persiste dans tous les genres de substances ; ensuite j'ai vérifié si l'oxygène lui-même n'est pas la cause de la couleur bleue, soit qu'il se trouve uni par ses deux valences à un seul atome de carbone et qu'il forme alors le groupe $C = O$, ou groupe cétonique, soit qu'il se trouve uni à deux atomes de carbone différents, $\equiv C - O - C \equiv$, et qu'il constitue le groupement caractéristique des éthers.

1° *Examen de la glycérine.* — La glycérine : $C^3H^5(OH)^3$, renfermant trois groupes OH, était une matière intéressante à examiner tout d'abord, car elle permettait de vérifier si l'accumulation des groupes OH dans une même molécule n'exercerait pas une influence sensible sur l'intensité du bleu.

La matière que j'ai employée était la glycérine pure du commerce que j'avais distillée de nouveau, dans le vide, en me servant d'un appareil de platine. Elle paraissait d'une limpidité parfaite; néanmoins, sous une épaisseur de 26 mètres, elle s'est montrée complètement *opaque*. J'ai diminué alors progressivement le tube d'examen par parties de 2 mètres, et ce n'est que lorsqu'il a été réduit à 8 mètres que la glycérine a commencé à laisser passer de la lumière. Celle-ci était une lueur *bleu foncé*. Sous une épaisseur de 5 mètres, la couleur bleue a le ton du bleu du firmament, mais elle est, bien entendu, considérablement moins lumineuse.

La raison du peu de transparence de la glycérine se trouve, sans doute, dans le fait de l'énorme *viscosité* qui caractérise cette substance à l'état de pureté. Même à la suite d'un repos de plusieurs jours, voire de plusieurs semaines, les différences de densité résultant des inégalités de la température ne parviennent pas à s'effacer. Pour obtenir un résultat parfait, il faudrait disposer d'un local dont la température demeurerait invariablement la même pendant un temps quelconque.

N'ayant pu me mettre dans ces conditions, j'ai dû renoncer à une vérification intéressante, savoir si la coloration de la glycérine n'est peut-être pas triple de celle de l'alcool monobasique qui lui correspond : l'alcool propylique $C^3H^7.OH$. Il eût suffit de comparer une épaisseur donnée de glycérine avec une épaisseur *triple* d'alcool propylique; si les groupes OH sont véritablement la cause de la couleur bleue, les deux liquides doivent présenter la même nuance dans ces conditions, puisque le chaînon carboné est alors de même ordre de part et d'autre.

2° *Examen de l'acétone.* — Dans l'acétone, l'oxygène forme groupe avec un atome de carbone : CO; la structure de cette substance s'exprime par la formule $(CH^3)^2 . CO$.

Le produit pur employé a été traité par le noir animal, puis distillé dans un appareil en platine; il ne renfermait, comme matière étrangère, que des traces d'alcool méthylique.

Sous une épaisseur de 26 mètres, l'acétone est d'un *jaune d'or brillant,* sans la moindre nuance verdâtre ou bleuâtre. Cette couleur se rapproche complètement de la couleur jaune des hydrocarbures saturés (*); le groupe cétonique CO paraît donc ne pas modifier la coloration du chaînon carboné : on peut dire, sans doute, qu'il est *incolore*.

Pour procéder à l'analyse spectrale de la lumière passant par l'acétone, il est utile de ne pas faire usage d'une épaisseur de liquide trop grande, sinon le spectre est trop peu lumineux. J'ai donc examiné une épaisseur de 3 mètres seulement. Le spectroscope était un appareil à vision directe construit par F. Schmidt et Haensch, de Berlin. L'échelle du spectroscope était disposée de manière que la raie rouge du lithium apparaissait à la division 42, la raie jaune du sodium à la division 90 et la raie verte du thallium à la division 138.

(*) Voir mon article sur *la couleur des alcools,* p 252.

Cela posé, il devient facile de faire connaître le spectre de l'acétone. Il commence, dans le rouge, à la division 20, soit 30 divisions avant le spectre de l'eau, et il finit à la limite inférieure du bleu. Il se distingue donc par l'absence du violet, de presque tout le bleu, tandis que le rouge est à peu près complet. Mais ce qui le caractérise d'une manière frappante, c'est l'apparition dans l'orangé d'une *bande d'absorption* large de 10 divisions; elle règne entre les divisions 60 et 70.

3° *Examen de l'éther éthylique.* — Dans l'éther éthylique, l'atome d'oxygène est uni à deux groupes carbonés, comme le fait voir la formule

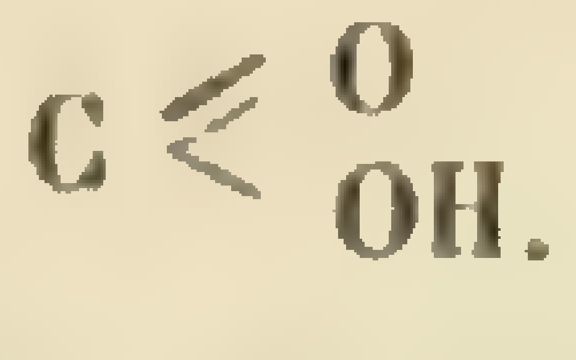
$$C^2H^5 - O - C^2H^5.$$

Le produit employé a été purifié par l'action du sodium jusqu'à cessation de réaction à froid, puis distillé dans l'appareil en platine.

Sous une épaisseur de 26 mètres, l'éther est de couleur *jaune d'or* comme l'acétone; il se montre seulement plus clair et plus brillant.

Son spectre, observé sur une épaisseur de 5 mètres, a la même étendue que celui de l'acétone, mais il se distingue par l'apparition d'une étroite bande d'absorption régnant depuis la division 61 jusqu'à la division 64. Cette bande est donc plus dans le rouge que la bande d'absorption de l'acétone et elle est plus étroite.

4° *Examen des acides formique, acétique, butyrique.* — Après avoir constaté que l'oxygène cétonique ne produit aucune coloration propre, il devenait intéressant de vérifier ce que produirait son association au groupe oxhydryle, c'est-à-dire quelle influence pouvait avoir, sur l'absorption de la lumière, le groupe carboxyle :



$$\mathrm{C} \lessgtr \begin{matrix} \mathrm{O} \\ \mathrm{OH.} \end{matrix}$$

A cet effet, j'ai examiné les acides formique, acétique et isobutyrique dont les formules sont respectivement :

$$\mathrm{H\,.\,CO^2H}$$
$$\mathrm{CH^3\,.\,CO^2H}$$
$$\mathrm{C^3H^7\,.\,CO^2H.}$$

Ce sont les seuls acides qu'il m'a été possible d'obtenir dans un état de pureté irréprochable.

Le premier et le deuxième sont de couleur *vert bleuâtre*, déjà sous une épaisseur de 5 mètres; sous 26 mètres, ils sont jaune verdâtre. Le troisième est franchement de couleur *jaune d'or*.

On voit donc que l'influence du groupe oxhydryle se maintient. Les acides se comportent comme les alcools. Si le chaînon uni à OH est de faible importance, comme c'est le cas dans les molécules

$$\mathrm{H\,.\,CO - OH,}$$
$$\mathrm{CH^3\,.\,CO - OH,}$$

la couleur bleue due à la présence de OH parvient à dominer la couleur jaune du chaînon carboné, ou tout au moins elle se compose avec celle-ci pour fournir une teinte plus ou moins verdâtre. Mais si le chaînon carboné est plus long, l'influence du groupe OH est absorbée et le jaune du chaînon carboné l'emporte.

Le spectre de ces trois acides commence au même point dans le rouge : à la division 30; mais il s'étend d'autant moins dans le bleu que l'acide appartient à un étage plus élevé.

Le spectre de l'acide formique finit entre 300 et 310, tandis que celui de l'acide butyrique ne s'étend pas au delà de la division 170, qui se trouve à l'origine du bleu.

Notons encore que le spectre de l'acide butyrique présente une bande d'absorption étroite, située entre les divisions 55 et 60. Je ne suis pas certain de la présence de bandes d'absorption dans les spectres des acides formique et acétique.

5° *Examen des acétates d'éthyle et d'amyle.* — Ces éthers composés peuvent être regardés comme des homologues de l'acide acétique, en ce sens que l'hydrogène du groupe OH serait remplacé par C^2H^5 ou par C^5H^{11}. Il ne s'agit donc plus de substances ayant dans la molécule un groupe oxhydryle, mais bien un *dérivé* de celui-ci. Il est donc naturel d'examiner également des corps de ce genre.

Ces éthers composés se montrent déjà colorés sous une épaisseur de 5 mètres; ils sont *jaune verdâtre* et remarquablement transparents. La couleur répond encore à la structure des corps.

Le spectre de ces éthers est très étendu; il commence entre les divisions 20 et 30 pour se terminer dans le bleu, vers la division 270. Il n'y a donc que le violet qui manque au spectre. Mais, ici encore, il y a à signaler l'apparition d'une bande d'absorption dans l'orange. Elle est située entre les divisions 60 et 64 pour l'acétate d'éthyle et 50 et 55 pour l'acétate d'amyle.

. Bot. Garden.

Conclusions.

Il est permis de conclure, je crois, des faits mentionnés dans cette note ainsi que de ceux qui ont été constatés à l'aide des alcools et de l'eau, que parmi les groupes atomiques qui forment, par leur réunion, les corps organiques, il en est qui ont des pouvoirs absorbants propres pour les diverses radiations de la lumière et que leurs différences ne s'effacent pas complètement par l'acte de la combinaison. Par exemple, le groupe oxhydryle tend à *teindre* en bleu les corps dont il fait partie, tandis que les chaînons hydrocarbonés ou oxyhydrocarbonés apportent avec eux la couleur jaune.

D'autre part, les radicaux hydrocarbonés monovalents dont il a été question ici, donnent des spectres présentant une bande d'absorption dans l'orange. La position de cette bande est fixe pour une substance donnée ; elle est par conséquent caractéristique de cette substance.

Parmi les matières examinées dans ce travail, il en est *deux* qui contiennent le même groupe *éthyle* (CH^5) : l'éther *éthylique* et l'*acétate d'éthyle ;* pour chacune de ces matières, la bande d'absorption a apparu à la même place dans le spectre, entre les divisions 60 et 64. Il paraît donc que la position de cette bande dépend bien plus du groupe atomique C^2H^5 lui-même que de la nature des liaisons qu'il a contractées dans la molécule. Si cette observation se généralise, l'analyse spectrale pourra peut-être servir à constater la présence ou l'absence de certains groupements atomiques dans les corps organiques, comme elle sert à découvrir certains éléments dans les matières minérales. A cet égard, elle deviendrait un moyen de contrôle précieux pour l'analyse chimique proprement dite. Je me propose de vérifier spécialement la portée de cette dernière conclusion dans mes recherches à venir.

Liége, le 30 juin 1896. Institut de chimie générale.

CHIMIE. — *Sur la solubilité réciproque du bismuth et du plomb dans le zinc. Existence d'une température critique*; par W. Spring et L. Romanoff.

Les nombreux travaux qui ont été faits sur les alliages, jusqu'à présent, portent à regarder ces corps comme des *dissolutions* réciproques de métaux tandis qu'ils sont liquéfiés par la fusion, plutôt que comme des combinaisons chimiques en proportions indéterminées.

L'abaissement du point de fusion des métaux alliés, ainsi que certaines modifications observées au regard d'autres propriétés, auraient la même cause que l'abaissement du point de congélation de l'eau à la suite de la dissolution d'une certaine quantité d'un sel marin quelconque. F. Guthrie (*) a développé ce point, il y a déjà quelques années. Il a proposé de faire une classe à part des corps dont les constituants ont un point de fusion plus élevé et de les nommer corps *eutectiques:* les alliages formeraient alors groupe avec les cryohydrates et nombre d'autres corps.

Or l'étude des phénomènes de dissolution des liquides

(*) *Jahresbericht der Chemie*, J. 1884, S. 133-136.

a fait distinguer les liquides *infiniment miscibles* et les liquides *partiellement miscibles*. Les premiers, comme l'eau et l'alcool, se dissolvent en toute proportion sans que jamais le repos n'amène une séparation des matières dans l'ordre de leur densité. Les seconds, au contraire, se dissolvent en proportions limitées, variables avec la température. Par exemple, si l'on mêle, par vive agitation, des volumes égaux d'*eau* et d'*éther* et qu'on laisse reposer le mélange, on remarquera bientôt la superposition de deux couches liquides; celle de dessous est l'eau tenant environ 1,2 % d'éther en solution, et celle de dessus, de l'éther tenant environ 3 % d'eau en solution. Ainsi l'eau est soluble dans l'éther et l'éther dans l'eau, mais les deux solutions ne sont pas miscibles. Alexejeff (*) a étudié ces phénomènes de dissolution chez les liquides et il est arrivé à un résultat qui montre qu'il y a continuité, en somme, dans les phénomènes de dissolution réciproque des liquides infiniment miscibles ou non. Pour chaque couple de liquides non miscibles, la solubilité réciproque augmente avec la température et il existe pour chacun d'eux une température à partir de laquelle les liquides ne se séparent plus : ils sont alors infiniment miscibles. On peut conclure de là que les liquides qui se dissolvent en toute proportion à la température ordinaire, se sépareraient aussi par ordre de densité à de basses températures.

Si, d'autre part, on mêle des métaux fondus, on constate qu'il en est qui, comme le plomb et l'étain, ou le cuivre et le zinc, sont miscibles en toutes proportions; la séparation par ordre de densité des métaux fondus n'a pas lieu : la *liquation* ne s'observe que pendant le refroi-

---

(*) *Annalen der Physik u. Chemie*, Bd. XXVIII, 305.

dissement, c'est-à-dire lorsque les composés *eutectiques* commencent à se solidifier. D'autres métaux, comme le plomb et le zinc, ou le bismuth et le zinc, se séparent dès que l'on cesse d'agiter le mélange en fusion. Ces derniers rappellent les liquides non miscibles.

L'analogie paraît donc se poursuivre très loin entre les liquides et les métaux fondus. Nous nous sommes proposé de vérifier si elle est *complète*, c'est-à-dire s'il existe pour les métaux non miscibles une température à partir de laquelle le mélange peut se faire en toute proportion et persister indéfiniment. Dans le cas où l'expérience confirmerait cette prévision, — déjà regardée comme probable par Alexejeff en 1885 (*), — les liens de parenté entre les alliages et les solutions s'en trouveraient plus resserrés encore.

Nous ajouterons, au surplus, que la détermination de la solubilité réciproque du plomb et du zinc, tout au moins, peut être aussi de quelque utilité pratique : Percy, dans son *Traité de métallurgie*, ne mentionne à cet égard que des déterminations de Matthiesen et Rose qui se rapportent seulement à la température ordinaire, bien que les métaux aient été chauffés à des températures diverses (**).

Recherches expérimentales.

La détermination de la solubilité réciproque des métaux a eu lieu en brassant, d'abord à des températures constantes, les métaux fondus, puis, après les avoir abandonnés, toujours à température constante, assez long-

---

(*) *Journal d. russ. phys. chem. Gesellschaft*, t. I, p. 182.

(**) PERCY, *Métallurgie.* Édition allemande de F. Knapp, t. I, p. 561.

temps pour que la superposition par ordre de densité se produisît, les couches ont été séparées et analysées après refroidissement.

Nous avons donc à examiner :

1° Le moyen de réaliser les températures élevées invariables ;

2° Le moyen de séparer les couches métalliques superposées ;

3° Le procédé d'analyse.

1° Le bismuth, le plomb et le zinc, employés dans ces recherches, fondent respectivement à 268°, 334° et 419° ; le zinc bout vers 1000°. Les limites des températures à réaliser étaient donc voisines de 268° et de 1000°.

Nous avons fait usage du four à gaz de Seeger tel qu'il est décrit dans la *Zeitschrift für angew. Chemie,* 1889, p. 75 ; il est donc inutile d'entrer dans des détails à ce propos. La constance des températures était assurée par la régularité du débit du gaz aux brûleurs. Pour cela, nous avons fait construire un régulateur du système Moitessier, mais de grand modèle, de façon à augmenter sa sensibilité dans les proportions voulues. Le robinet d'arrivée du gaz était muni d'une aiguille parcourant un limbe gradué. On détermina d'abord, empiriquement, la température que prenait le four après 24 à 48 heures de chauffe, pour une position donnée du robinet, et l'on constata par la suite qu'on pouvait reproduire les températures notées avec une approximation tout à fait satisfaisante.

Quand la température *de régime* pour une ouverture donnée du robinet était atteinte, elle se conservait indéfiniment quand l'air extérieur à la salle où se trouvait le four ne subissait pas de trop grandes variations de température.

Lors de l'introduction des creusets contenant le mélange des métaux, il se produisait un léger abaissement de la température; mais il suffisait d'une demi-heure de temps pour l'effacer.

La mesure des températures inférieures à 500° a été faite, au sein du fourneau, au moyen d'un thermomètre à mercure sous pression d'azote. Celle des températures supérieures a eu lieu par la méthode calorimétrique, souvent pratiquée dans des cas semblables. Une petite balle de platine, de 10 grammes, chauffée à la température de régime du four, tombait dans un calorimètre dont le réchauffement était mesuré par un thermomètre de Beckmann, donnant le centième de degré. Les tables de Violle (*) faisant connaître la chaleur spécifique du platine jusque 1200°, il était facile alors de calculer la température du fourneau.

2° *Prélèvement des prises d'essai.*— Le prélèvement des prises d'essai est la partie la plus délicate de ces recherches. Si, à la vérité, il est encore possible de puiser, à l'aide d'une cuillère, le métal formant la couche supérieure dans le creuset placé dans le fourneau, il en est autrement de la couche inférieure, d'autant que les prises doivent être faites assez vite pour que la température des métaux ne s'abaisse pas sensiblement.

En opérant comme il suit, on arrive à un résultat parfait.

On prépare, au moyen de terre plastique pétrie avec une proportion suffisante de graphite, des creusets pré-

---

(*) *Journal de physique*, 1878

sentant une cavité de 7 centimètres de profondeur et de $2^{cm},5$ de diamètre ; puis on fore latéralement, à 3 centimètres du fond, une ouverture destinée à livrer passage, au moment voulu, au contenu supérieur du creuset. Au début d'une opération, cette ouverture est donc fermée. Un tampon de terre graphitée, facile à détacher par le choc d'une tige de fer, la bouche complètement.

On coule alors dans le creuset le métal le plus dense (plomb ou bismuth) *jusqu'au-dessus du niveau de l'ouverture latérale;* on verse ensuite le zinc et on recouvre le tout d'un sel fusible (KI ou NaCl) ou de charbon en poudre pour les températures très élevées, afin de protéger les métaux contre l'oxydation dans le fourneau.

Le creuset est placé dans le fourneau et maintenu deux heures à la température voulue. De demi-heure en demi-heure, on brasse soigneusement la masse pendant une dizaine de minutes au moyen d'une tige d'argile cuite passant par une ouverture étroite, ménagée au centre du couvercle du fourneau.

Après la dernière agitation, on laisse reposer un quart d'heure pour permettre aux métaux de se séparer en deux couches et l'on procède à la prise d'essai.

Une cuillère chauffée à la température du fourneau sert à puiser le métal de la couche supérieure. Ensuite, d'un coup sec, on détache le bouchon fermant l'ouverture latérale du creuset. Le zinc s'écoule, mettant à nu la couche inférieure dans laquelle on prélève immédiatement un essai à l'aide d'une autre cuillère. Avec un peu d'habitude, on peut effectuer toutes ces opérations en moins d'une minute ; l'abaissement de la température est donc peu marqué.

Les essais ont eu lieu de cette manière jusque vers

900° ; au-dessus de cette température, la volatilisation du zinc est trop forte pour que le travail puisse se faire convenablement.

3° *Analyse des prises d'essai.* — Les prises d'essai *pesées* ont été dissoutes dans l'acide azotique. Le plomb a été séparé et pesé à l'état de *sulfate;* le bismuth a été précipité à l'état d'oxychlorure et pesé à l'état *métallique* après réduction par le cyanure de potassium. Le zinc a été précipité à l'état de carbonate et dosé comme oxyde.

Résultats.

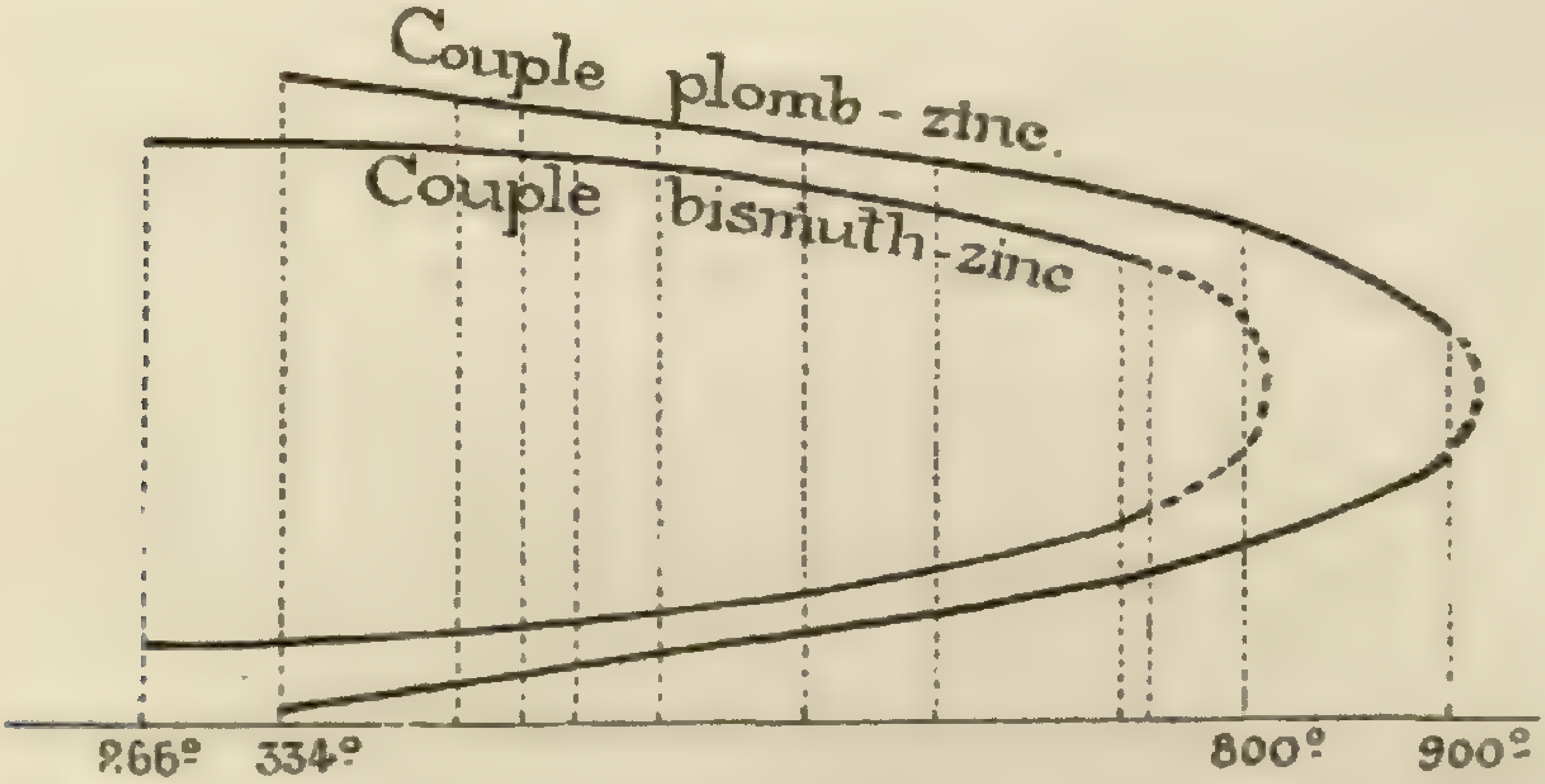
On peut exprimer, comme on sait, la solubilité d'un corps de deux manières : soit, ainsi que Gay-Lussac l'a fait, en donnant le poids de matière dissoute dans 100 parties du dissolvant, soit, d'après Etard, en exprimant le rapport du poids de matière dissoute au poids de la solution saturée. Cette dernière manière de faire est plus rationnelle, puisqu'elle donne immédiatement le rapport qui s'établit de lui-même entre le corps dissous et le dissolvant à la suite de la dissolution ; aussi est-ce dans le système d'Etard que nous avons calculé nos résultats.

Les tableaux suivants donnent la composition centésimale trouvée pour la couche inférieure et la couche supérieure des deux couples *bismuth-zinc* et *plomb-zinc* aux diverses températures. La couche supérieure (la moins dense) nous renseigne donc sur la solubilité du bismuth ou du plomb dans le zinc, et la couche inférieure, sur la solubilité du zinc dans le bismuth ou dans le plomb.

Températures.	COUPLE BISMUTH-ZINC.				COUPLE PLOMB-ZINC.			
	Couche inférieure		Couche supérieure		Couche inférieure		Couche supérieure	
	Bi °/o.	Zn °/o.	Bi °/o.	Zn °/o.	Pb °/o.	Zn °/o.	Pb °/o.	Zn °/o.
266°	86,0	14,0	—	—	—	—	—	—
334°	—	—	—	—	98,8	1,2	—	—
419°	—	—	3,0	97,0	—	—	1,5	98,5
450°	—	—	—	—	92,0	8,0	—	—
475°	84,0	16,0	5,0	95,0	91,0	9,0	2,0	98,0
514°	—	—	—	—	89,0	11,0	3,0	97,0
584°	80,0	20,0	10,0	90,0	86,0	14,0	5,0	95,0
650°	77,0	23,0	15,0	85,0	83,0	17,0	7,0	93,0
740°	—	—	—	—	79,0	21,0	10,0	90,0
750°	70,0	30,0	27,0	73,0	—	—	—	—
800°	—	—	—	—	75,0	25,0	14,0	86,0
900°	—	—	—	—	59,0	41,0	25,5	74,5

N. B. — A la température de 266°, ou de 334°, le zinc n'étant pas encore fondu, il ne peut être question d'une *couche supérieure*.

Si l'on relève graphiquement ces résultats en portant les températures comme abscisses et les composants *d'une même couche* comme ordonnées, on aura, pour chaque température, deux points dont l'un correspondra à la solution du bismuth dans le zinc, par exemple, et dont l'autre correspondra à la solution du zinc dans le bismuth.



La courbe représente donc la solubilité réciproque d'un couple de métaux aux diverses températures. On voit par la figure ci-dessus, qui reproduit la composition de la couche inférieure des deux couples, que les arcs se raccordent (traits en pointillé). Aux températures supérieures à la région de raccordement des deux arcs, les métaux sont miscibles en toute proportion, puisqu'au point de raccordement l'ordonnée exprime une égalité de composition des deux solutions et qu'au delà de ce point les ordonnées sont *imaginaires*.

La vérification a eu lieu pour le bismuth-zinc : à 850°, il y a autant de bismuth dissous que de zinc. La température critique est donc comprise entre 800° et 850°; c'est ce que montre aussi clairement la figure.

Les courbes présentent la plus complète analogie avec celles qu'Alexejeff a tracées pour les liquides non miscibles. La formation des alliages est donc soumise aux lois de la dissolution des liquides. Il est bien entendu que ces lois ne sont pas exclusives de réactions chimiques qui peuvent s'accomplir, à des températures données, entre certains métaux. On ne doit pas perdre de vue non plus que la température critique, qui, pour les couples bismuth-zinc et plomb-zinc, se trouve au-dessus de 800° ou de 900°, peut se trouver, pour d'autres couples, plus près du point de fusion de l'alliage, voire au-dessous de ce point de fusion. On s'expliquera alors aisément la liquation et les anomalies observées dans la dilatation, la chaleur spécifique et d'autres propriétés, dans la plupart des alliages.

Liége, le 20 juin 1896. Institut de chimie générale.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Moindres carrés. Démonstration du principe de la moyenne par les probabilités a posteriori;* par Ch. Lagrange, membre de l'Académie.

1. La formule classique

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad P_\Delta = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2\Delta^2} d\Delta$$

par laquelle on mesure la probabilité P_Δ de commettre une erreur accidentelle comprise entre Δ et $\Delta + d\Delta$, h étant un paramètre constant (indice de précision), est, en fait, l'expression de quatre idées de principe que je vais énumérer tout d'abord sans discussion.

Les causes accidentelles sont celles auxquelles on ne peut assigner aucune loi. Les erreurs accidentelles sont des erreurs à la production desquelles on ne peut assigner aucune loi.

L'erreur accidentelle est, d'après cela, soumise à la condition nécessaire

$$(2)\ldots\ldots\ldots P_{-\Delta} = P_{+\Delta},$$

c'est-à-dire qu'il y a la même probabilité de commettre l'erreur positive désignée Δ que de commettre l'erreur $-\Delta$, égale et de signe contraire. L'erreur Δ' d'une observation O' est la différence $\Delta' = O' - x$ entre O' et la grandeur inconnue x que l'on mesure.

Les idées de principe mises en œuvre sont les suivantes :

1° *Principe de la fonction*. La probabilité de commettre l'erreur Δ est une fonction de cette erreur. (On peut ajouter que, dans une épreuve, l'erreur qui a la plus grande probabilité est l'erreur zéro. La probabilité de cette erreur est une valeur extrême, vu la condition $P_{\Delta} = P_{-\Delta}$, et elle ne peut être qu'un maximum, puisque tout, dans ce que l'on connaît, concourt à la plus grande précision.) On a

$$(3)\ldots\ldots\ldots P_{\Delta} = \varphi(\Delta)\,d\Delta.$$

2° *Principe de la moyenne*. La valeur la plus probable de la grandeur mesurée x est la moyenne arithmétique des observations supposées de même précision; $O'O''\ldots$ désignant n observations, on a pour la valeur la plus probable O de x,

$$(4)\ldots\ldots\ldots O = \frac{[O]}{n}.$$

3° *Principe du maximum.* Les valeurs les plus probables de x et des paramètres de la fonction $\varphi(\Delta)$ sont telles qu'elles rendent maximum la probabilité

$$(5) \quad \ldots \quad P_{\Delta'\Delta''\ldots} = \varphi(\Delta')\,\varphi(\Delta'')\ldots(d\Delta)^n$$

de l'existence du système d'erreurs $\Delta' = O' - x$, $\Delta'' = O'' - x \ldots$

4° *Principe de l'indépendance des observations.* Les principes précédents subsistent quelles que soient les valeurs $O'O'' \ldots$ des observations.

Ces quatre principes étant admis, on en déduit aisément la fonction $\varphi(\Delta)$. L'équation

$$(6) \quad \ldots \quad \frac{dP_{\Delta'\Delta''\ldots}}{dx} = 0,$$

fournie par le principe 3°, doit être satisfaite, en vertu du 2°, par

$$x = O = \frac{[O]}{n}.$$

L'équation (6) devient par cette substitution une équation

$$(7) \quad \ldots \quad \left[\frac{dP_{\Delta'\Delta''\ldots}}{dx}\right]_{x=\frac{[O]}{n}} = 0$$

de la forme

$$(8) \quad \ldots \quad \Phi(O'O''\ldots) = 0,$$

qui, en vertu de 4°, donne les n conditions

$$(9) \quad \ldots \quad \frac{d\Phi}{dO'} = 0, \quad \frac{d\Phi}{dO''} = 0 \quad .;$$

on en tire facilement, en posant

$$(10) \quad \frac{\varphi'(\Delta)}{\varphi(\Delta)} = \psi(\Delta),$$

$$(11) \quad \psi'(\Delta) = \text{constante},$$

et l'intégration fait connaître la fonction cherchée $\varphi(\Delta)$.

2. Les principes 1° et 4° ne soulèvent pas de difficulté. Il n'en est pas de même de la combinaison de 2° et de 3°, c'est-à-dire du principe de la moyenne et de celui du maximum, et il y a ici à faire une distinction essentielle, concernant le sens du terme *valeur la plus probable* de x dans l'un et dans l'autre de ces deux principes.

3. La notion de la moyenne arithmétique en tant que valeur la plus probable, n'est autre chose qu'une application du théorème de probabilités *a priori* par lequel les nombres les plus probables des apparitions des événements sont proportionnels à leurs probabilités simples, théorème qui sert de fondement au théorème de Bernoulli. Les probabilités P_Δ et $P_{-\Delta}$ étant égales, d'après la définition des erreurs accidentelles, ce qu'il y a de plus probable, c'est que les nombres d'apparitions de ces erreurs seront égaux, c'est-à-dire que les erreurs Δ seront symétriquement distribuées par rapport à la grandeur inconnue x; qu'on aura donc

$$[\Delta] = 0 \qquad \text{ou} \qquad x = \frac{[0]}{n}.$$

En d'autres termes, qui donnent le vrai sens de la notion instinctive de la moyenne arithmétique comme meilleure valeur à admettre pour x, *ce qu'il y a de plus probable avant l'observation, c'est que les observations* O'O''... *auront la vraie grandeur inconnue* x *pour moyenne arithmétique.* C'est une application des probabilités *a priori*, et, nous le répétons, c'est ce sens qui donne naissance à la notion instinctive de la moyenne, et qui la justifie.

4. Tandis que le principe de la moyenne tire son origine d'une notion de probabilité *a priori*, le principe 4° du maximum est l'application d'un théorème démontré des probabilités *a posteriori*. L'événement consistant dans le système d'observations O'O'' ... étant arrivé, O'O'' ... étant donnés, la valeur la plus probable de x *a posteriori* est celle qui rend $P_{\Delta'\Delta''\ldots}$ un maximum.

Pour obtenir la relation (7) ci-dessus, d'où l'on déduit ensuite la forme de la fonction $\varphi(\Delta)$, il faut connaître la valeur la plus probable

$$(12). \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad x = O_1 = F(O'O''\ldots)$$

de x *a posteriori*, et on admet, comme hypothèse la plus probable, ne pouvant faire mieux, que la forme

$$(12). \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad x = O_1 = F(O'O''\ldots)$$

de la valeur la plus probable de x déduite *a posteriori*, est identique à la forme

$$(4). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad \frac{[O]}{n} = O = x$$

concernant la valeur la plus probable de $\frac{[O]}{n}$, déduite de considérations *a priori*.

A-t-on le droit rigoureux de substituer l'une de ces idées à l'autre? Nous allons éclaircir ce point obscur et prouver qu'on a effectivement ce droit; il faut pour cela montrer directement que la valeur la plus probable de x, déduite *a posteriori* du principe du maximum combiné avec la notion de l'erreur accidentelle, n'est autre, dans le cas de l'égale précision, que la moyenne arithmétique des observations (et, dans le cas de l'inégale précision, la moyenne sous sa forme générale connue). C'est ce que nous allons faire en démontrant le théorème suivant :

Théorème. — *La valeur la plus probable de l'inconnue à déduire d'un système d'observations* $O' O'' \ldots O_n$ *affectées d'erreurs accidentelles, est de la forme*

$$x = K'O' + K''O'' + \cdots + K_nO_n,$$

$K', K'' \ldots K_n$ *étant des constantes liées par la relation*

$$K' + K'' + \cdots + K_n = 1.$$

Démonstration.

5. Le principe du maximum donne l'équation

$$(6). \quad \ldots\ldots \quad \frac{dP_{\Delta'\Delta''\cdots}}{dx} = 0,$$

c'est-à-dire

$$(13). \quad \ldots\ldots \quad \frac{\varphi'(\Delta')}{\varphi(\Delta')} + \frac{\varphi'(\Delta'')}{\varphi(\Delta'')} + \cdots = 0,$$

et, en posant

$$(14)\ldots\ldots\quad \frac{\varphi'(\Delta)}{\varphi(\Delta)} = \psi(\Delta),$$

$$(15)\ldots\ldots\quad \sum \psi(\Delta) = 0.$$

Soit

$$x = \mathrm{F}(\mathrm{O}'\mathrm{O}''\ldots)$$

la fonction qui exprime la valeur la plus probable de x déduite des observations faites $\mathrm{O}'\mathrm{O}''$ ... L'équation (15) devra être satisfaite par la substitution $x = \mathrm{F}(\mathrm{O}'\mathrm{O}''\ldots)$. Celle-ci étant effectuée, on aura, par le principe de l'indépendance des observations, les équations

$$(16)\ldots\quad \left\{\begin{array}{l} \psi'(\Delta') - \dfrac{dx}{d\mathrm{O}'} \sum \psi'(\Delta) = 0 \\ \psi'(\Delta'') - \dfrac{dx}{d\mathrm{O}''} \sum \psi'(\Delta) = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

Les solutions

$$\psi'(\Delta') = 0, \qquad \psi'(\Delta'') = 0, \ldots$$

ne sont pas admissibles, parce qu'elles donneraient pour la fonction $\varphi(\Delta)$, par l'introduction de la notion des erreurs accidentelles, la forme $\varphi(\Delta) =$ constante, contradictoire au principe 1°.

6. Des équations (16) on tire la relation

$$(17)\ldots\ldots\quad \frac{\psi'(\Delta')}{\dfrac{dx}{d\mathrm{O}'}} = \frac{\psi'(\Delta'')}{\dfrac{dx}{d\mathrm{O}''}} = \cdots;$$

et en les ajoutant membre à membre, on trouve que *la fonction*

$$x = F(O'O''\ldots)$$

doit satisfaire à l'équation aux dérivées partielles

$$(18). \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad \frac{dx}{dO'} + \frac{dx}{dO''} + \cdots = 1.$$

(On voit immédiatement que cette équation admet pour solution la moyenne des observations, et ce résultat pourrait prouver déjà qu'il n'y a pas tout au moins contradiction entre le principe de la moyenne et celui du maximum.)

7. O′ étant une quelconque des observations et f une fonction arbitraire, l'équation (18) admet pour intégrale la forme

$$(18') \quad . \quad . \; x = O' + f(O' - O'', O' - O''', \ldots),$$

forme qu'on pouvait désigner d'avance comme convenant pour représenter la valeur la plus probable. (18′) satisfait à la condition que les dérivées

$$\frac{dx}{dO'}, \quad \frac{dx}{dO''}, \ldots$$

soient indépendantes des valeurs absolues $O'O''\ldots$ des observations, c'est-à-dire, comme cela devait être, du zéro origine des mesures; mais ces dérivées peuvent encore y dépendre des valeurs relatives

$$O' - O'', \quad O' - O''', \ldots,$$

c'est-à-dire des différences

$$\Delta' - \Delta'', \quad \Delta' - \Delta''', \ldots$$

des erreurs Δ.

Par conséquent, les fonctions x susceptibles d'exprimer la valeur la plus probable, fonctions dont les dérivées $\frac{dx}{dO'}$, $\frac{dx}{dO''}$, ... sont indépendantes des valeurs absolues $O'O''$ ... des observations, se classent dans les deux catégories suivantes :

Première catégorie. Les dérivées $\frac{dx}{dO'}$, $\frac{dx}{dO''}$, ... sont des fonctions des différences $O' - O'' = \Delta' - \Delta''$, etc.

Seconde catégorie. Les dérivées $\frac{dx}{dO'}$, $\frac{dx}{dO''}$, ... ne sont pas fonction des différences $O' - O'' = \Delta' - \Delta''$, etc.

8. *Introduction de la notion des erreurs accidentelles.* Le principe du maximum, qui fait connaître la condition *nécessaire* (18) à laquelle est soumise la valeur la plus probable x, est *insuffisant* pour déterminer cette fonction dans un cas donné, comme est celui des erreurs accidentelles Δ, par la raison simple qu'il n'implique pas en lui-même la notion particulière de ce genre d'erreurs; il est donc nécessaire encore d'introduire cette notion.

a) Les causes accidentelles étant celles auxquelles aucune loi n'est assignable, les erreurs accidentelles, et toute fonction des erreurs accidentelles, constituent des effets dont la production n'est soumise à aucune loi assignable, et dont, par conséquent, la signification reste entièrement indéterminée.

b) D'autre part, la valeur la plus probable est celle dont l'égalité à la valeur inconnue a la plus grande probabilité, c'est-à-dire celle que l'on a le plus de raison de croire égale à l'inconnue.

c) Il résulte de là que l'introduction de la notion d'erreur accidentelle élimine des conditions générales imposées par le principe du maximum, toute condition particulière qui ferait dépendre x d'une fonction donnée, quelle qu'elle soit, des erreurs accidentelles; puisque, en vertu de la définition même de ces erreurs, x, impliquant une donnée définie dont la signification reste, par définition, entièrement indéterminée, ne pourrait jamais être la valeur qu'on aurait le plus de raison de croire égale à la vraie valeur inconnue.

9. Revenant maintenant aux deux catégories (§ 7) dans lesquelles le principe du maximum classe la fonction cherchée x, il résulte de ce qui précède que, dans le cas des erreurs accidentelles, x ne peut appartenir à la première de ces catégories. Donc elle appartient à la seconde, et, dans l'intégrale (18′) de l'équation (18), les dérivées

$$\frac{dx}{dO'},\quad \frac{dx}{dO''},\ \ldots$$

déjà indépendantes des valeurs absolues O′O″ ..., sont indépendantes aussi des valeurs relatives accidentelles

$$O'-O''=\Delta'-\Delta'',\quad O'-O'''=\Delta'-\Delta''',\ \ldots$$

Par conséquent, ces dérivées sont des constantes K′, K″ ..., et la seule fonction qui puisse exprimer la valeur la plus probable x, est, en désignant par C une constante,

$$(19).\ \ .\ \ .\ \ .\qquad x=K'O'+K''O''+\cdots+C$$

avec la condition caractéristique fournie par l'équation (18)

$$(20).\ \ .\ \ .\ \ .\ \ .\ \ .\qquad K'+K''+\cdots=1.$$

10. Ce résultat se met encore en évidence de la manière suivante.

En posant

$$\frac{dx}{dO'} = p', \quad \frac{dx}{dO''} = p'', \ldots,$$

(18) s'écrit

$$(21). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad p' + p'' + \cdots = 1,$$

et on a l'équation différentielle

$$(22). \quad . \quad . \quad . \quad dx = p'dO' + p''dO'' + \cdots$$

L'intégration de (22) donne

$$(23) \quad x = p'O' + p''O'' + \cdots - \int O'dp' - \int O''dp'' - \cdots + C,$$

en mettant en évidence une constante C; et, en remplaçant *dp'*, en vertu de (21), par

$$(21'). \quad . \quad . \quad . \quad dp' = -dp'' - dp''' - \cdots,$$

on a

$$(24) \left\{ \begin{aligned} x &= p'O' + p''O'' + \cdots \\ &\quad + \int (O' - O'')dp'' + \int (O' - O''')dp''' + \cdots + C \\ &= p'O' + p''O'' + \cdots + \int (\Delta' - \Delta'')dp'' + \int (\Delta' - \Delta''')dp''' + \cdots + C. \end{aligned} \right.$$

Pour que la valeur la plus probable x soit indépendante, comme cela doit être, des termes accidentels, on doit avoir

$$dp'' = 0, \quad dp''' = 0 \ldots,$$

d'où aussi, par (21'),

$$dp' = 0,$$

c'est-à-dire

$$p' = K', \quad p'' = K'', \ldots$$

K', K'', ... étant des constantes; et les équations (24) et (21) reproduisent alors les équations (19) et (20).

11. Arrêtons-nous un instant pour résumer la marche des idées.

I. Les causes qui interviennent dans l'événement arrivé (O'O'' ...) sont :

1° Causes systématiques : *a*) grandeur inconnue x, manifestée par l'existence d'un système d'observations (O'O''...); *b*) conditions de l'observation (paramètres des fonctions).

2° Causes accidentelles, manifestées par les Δ accidentels, c'est-à-dire par la distribution accidentelle des observations ou les valeurs relatives O' — O'', O' — O''', ...

II. La valeur la plus probable de x *a posteriori* est celle qui, dans l'événement particulier arrivé, fait abstraction de ce qui, *a priori*, y est accidentel, c'est-à-dire ici de la distribution relative des observations dans leur groupe.

III. Le principe du maximum fait connaître la condition (18) à laquelle doit satisfaire la valeur la plus probable; c'est une valeur telle que la probabilité $P_{\Delta'\Delta''\ldots}$ du système d'erreurs Δ'Δ'' ..., pour une loi de probabilité laissée arbitraire, $\varphi(\Delta)$, soit un maximum.

IV. Supposons qu'il s'agisse d'erreurs accidentelles. II et III combinés déterminent la valeur la plus probable *a posteriori* x, et ensuite la fonction $\varphi(\Delta)$, fonction qui exprime ici la probabilité d'une erreur accidentelle, c'est-à-dire d'une erreur à l'apparition de laquelle on ne peut assigner aucune loi.

12. Il ne nous reste plus qu'à déterminer la constante C de l'expression (19), ce qui se fait de nouveau en introduisant la notion de l'erreur accidentelle. Dans le cas où les variables indépendantes sont liées par la relation $O' = O'' = \ldots$, toutes les erreurs Δ sont égales et de même sens, et, en vertu de la relation fondamentale (20), leur valeur la plus probable Δ est égale à la constante C de (19). Dès lors, C ne peut avoir aucune valeur déterminée et différente de zéro; car, s'il en était autrement, comme Δ serait égale à une constante, et toujours la même quelle que soit la valeur de l'observation commune O, on considérerait comme événement le plus probable, dans l'apparition d'erreurs auxquelles, par définition, aucune loi n'est assignable, le résultat d'une condition systématique imposée. On a donc dans (19), où d'ailleurs $K' + K'' + \cdots = 1$,

$$C = 0.$$

Il est intéressant de remarquer, à cette occasion, que l'idée que la probabilité de l'erreur $\Delta = 0$ est maximum, est une conséquence du principe du maximum et de la notion d'erreur accidentelle, et cela explique la raison d'être du maximum absolu $\mathrm{P}_{(\Delta = 0)}$ dans la formule classique (1). En effet, quand les observations sont égales entre elles, les Δ sont égaux. $\mathrm{P}_{\Delta',\Delta''} = (\mathrm{P}_\Delta)^n$, n étant le nombre des observations (prises ici d'égale précision), est maximum pour la valeur la plus probable de x, c'est-à-dire ici pour $\Delta = 0$. On a donc $\mathrm{P}_{(\Delta = 0)} = \text{maximum}$.

Réciproquement, si l'on admet l'idée de principe que l'erreur zéro est la plus probable, on démontre que la valeur la plus probable, pour des observations égales, est égale à ces observations. Car tous les Δ sont alors égaux; $P_{\Delta\Delta\ldots}$ devant être maximum, les P_{Δ} doivent l'être aussi, et on a par conséquent $\Delta = 0$, c'est-à-dire x égale aux observations.

13. Il est donc démontré que la valeur la plus probable donnée *a posteriori* par le principe du maximum est

$$x = K'O' + K''O'' + \cdots \tag{25}$$

avec la relation caractéristique, fournie par l'équation différentielle (18),

$$K' + K'' + \cdots = 1. \tag{26}$$

Dans le cas des observations d'égale précision, on a

$$K' = K'' = \cdots = \frac{1}{n},$$

d'où

$$x = \frac{[O]}{n}$$

ou la moyenne arithmétique indiquée par les notions *a priori*.

C. Q. F. D.

14. Les déductions précédentes établissent, croyons-nous, pour la première fois d'une manière rigoureuse, grâce à l'équation caractéristique (18), le principe de la moyenne, et elles lui donnent la forme d'un théorème de probabilités (*). La démonstration conduit d'ailleurs d'emblée à la forme générale (25) qui convient aux observations d'inégale précision; et, en même temps qu'elle en établit la rigueur, elle permet de simplifier l'exposé de la théorie des erreurs.

Les équations (17) deviennent

$$(27). \quad \ldots \quad \frac{\psi'(\Delta')}{K'} = \frac{\psi'(\Delta'')}{K''} = \ldots = \lambda,$$

λ désignant la valeur commune de différents termes. K', K'', ... étant des constantes indépendantes des O'O''..., on voit que $\psi'(\Delta')$, $\psi'(\Delta'')$, ... sont des constantes proportionnelles à K', K''...; et on trouve, en posant

$$\frac{\lambda K'}{2} = -h'^2$$

$$\frac{\lambda K''}{2} = -h''^2$$

$$\ldots\ldots,$$

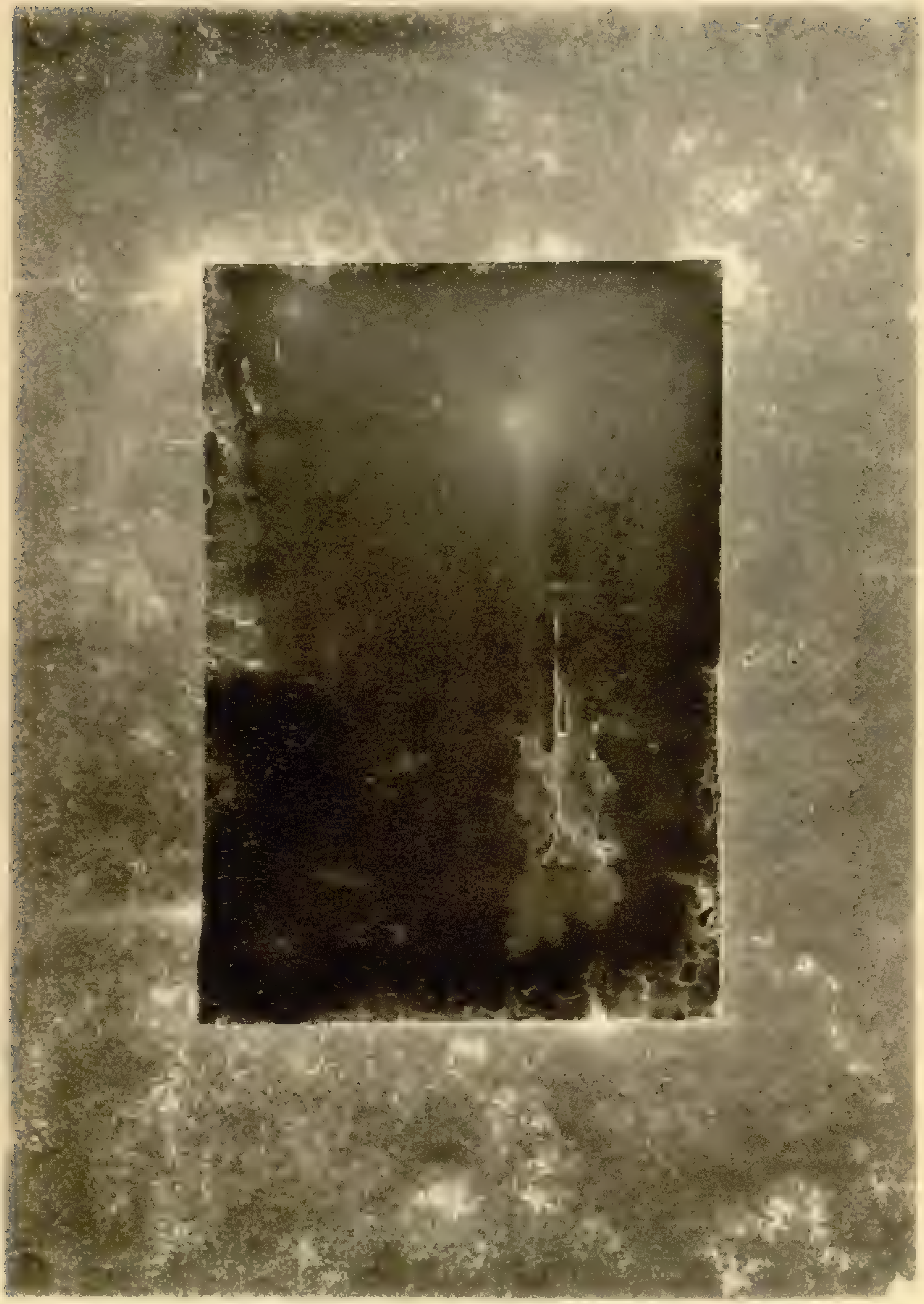
$$\varphi(\Delta') = \frac{h'}{\sqrt{\pi}} e^{-h'^2\Delta'^2},$$

$$\varphi(\Delta'') = \frac{h''}{\sqrt{\pi}} e^{-h''^2\Delta''^2}, \text{ etc.}$$

(*) Je me fais un devoir de rappeler à cette occasion le mémoire de M. le général De Tilly, *Note sur le principe de la moyenne arithmétique, et sur son application à la théorie mathématique des erreurs*, t. I, pp. 159-170, de la *Correspondance mathématique* de Catalan. L'un des objets de ce mémoire était de démontrer que la valeur la plus probable, dans le cas de deux observations, est la moyenne de ces observations.

—

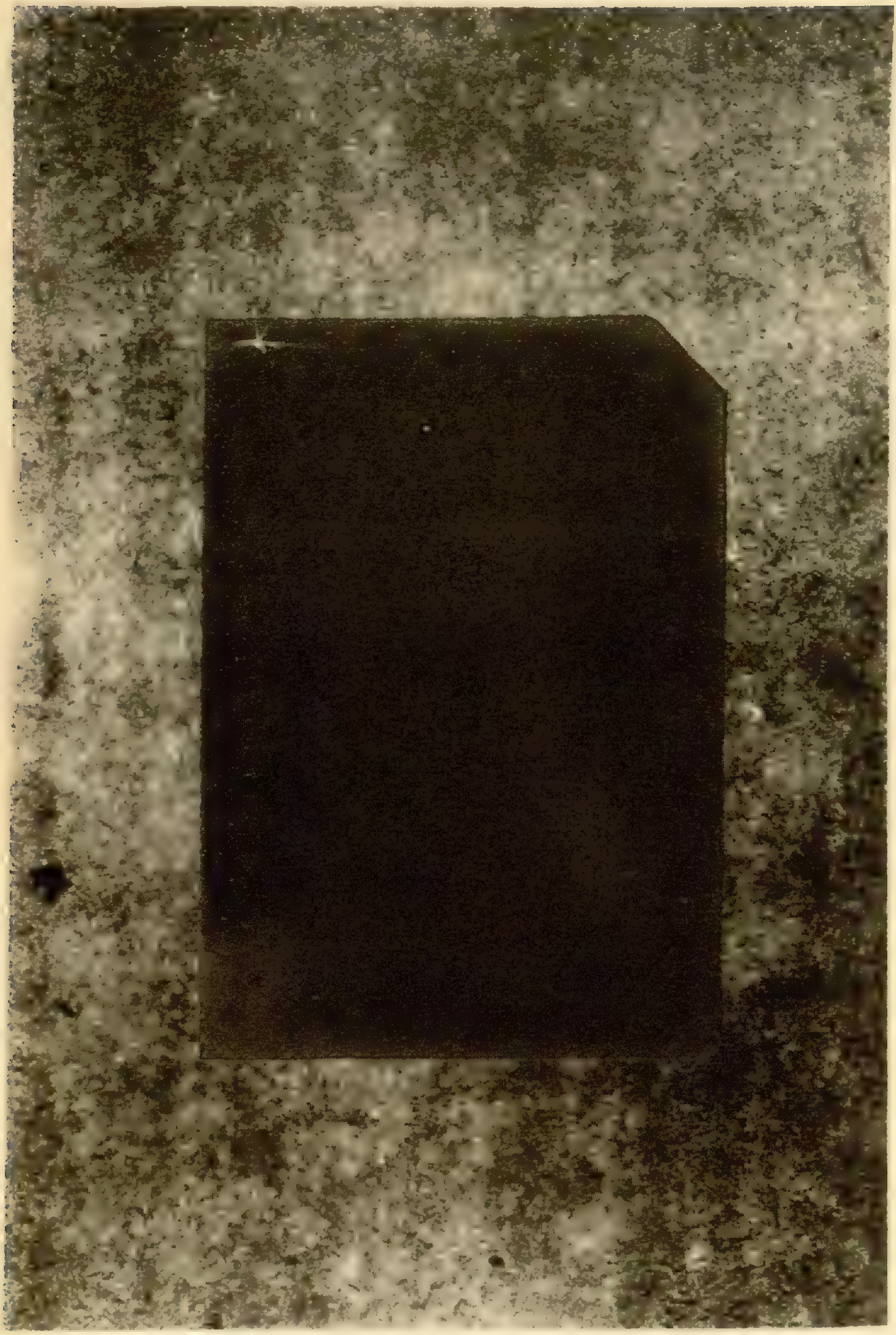
P. De Heen, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*,
3e série, t. XXXII.



PHOTOCOLL. A.-J. KYMEULEN.

Pl. IV.

P. DE HEEN, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*,
3e série, t. XXXII.



PHOTOCOLL. A.-J. KYMEULEN.

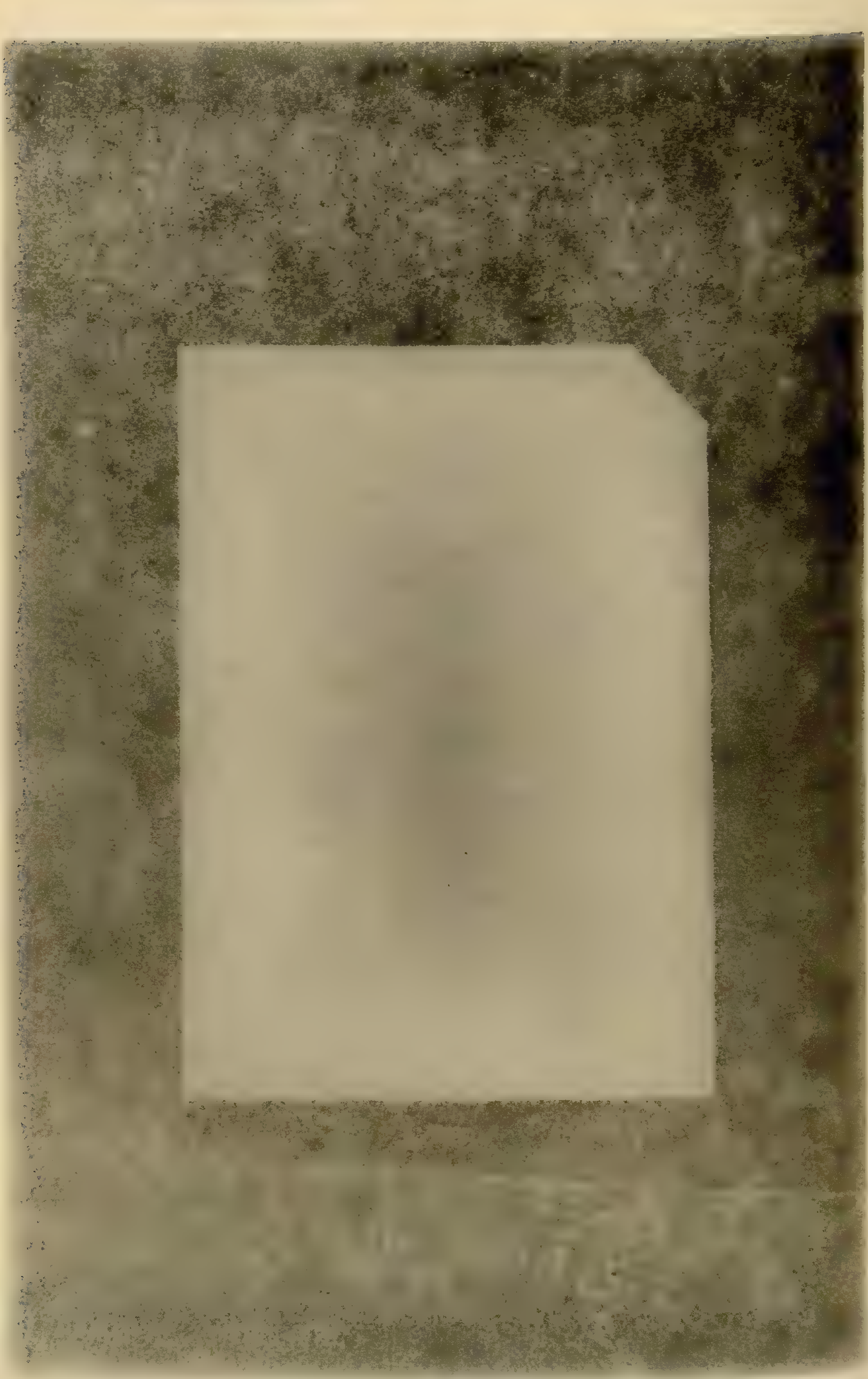
PL. III.

P. De Heen, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,*
3e série, t. XXXII.

PHOTOCOLL. A.-J. KYMEULEN.

Pl. II.

P. De Heen, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,*
3e série, t. XXXII.



PHOTOCOLL. A.-J. KYMEULEN.

PL. I.

Physique. — *Note sur la théorie du radiomètre, sur la photographie Le Bon et sur la nature de l'électricité;* par P. De Heen, membre de l'Académie.

Dans une précédente note (1), nous avons exposé les considérations qui nous ont porté à admettre que lorsqu'un rayon éthéré est reçu par la surface d'un corps, il communique à l'éther condensé sur cette surface ou sur la surface des molécules considérées individuellement, un mouvement de vibration sur place, auquel seraient dues toutes les manifestations électriques.

Cette hypothèse entraîne immédiatement cette conséquence que la *qualité* de l'électricité, de même que la qualité ou la couleur de la lumière, doit dépendre du temps de ces vibrations. Nous verrons donc, à côté des phénomènes désignés sous le nom de thermochrose, de couleur et d'actinochrose, se placer des phénomènes d'*électrochrose*. Ils se produisent d'une manière très marquée si l'on compare, par exemple, l'aigrette ou la décharge d'une machine de Holtz à l'aigrette ou à la décharge d'une dynamo.

Nous avons encore constaté ce fait curieux : l'impression directe de l'électricité qui est représentée par la planche de notre dernière note, reproduit les moindres irrégularités de la feuille d'étain avec une finesse remarquable; si, pour déterminer le courant d'induction de la bobine, on fait usage de piles au bichromate, on obtient de plus, dans ces conditions, des aigrettes et des étincelles très déliées. Si, au contraire, on fait usage de l'électricité fournie par la ville de Liége, pour la production de laquelle on utilise des dynamos, les résultats photographiques obtenus dans les mêmes ou dans d'autres conditions de tension sont absolument informes.

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXXI, p. 458, 1896.

Les propriétés de l'électricité variant avec le temps de vibration, nous pouvons concevoir l'existence de l'*infra-électricité*, au même titre que celle de l'*infra-rouge*. Elle serait caractérisée par des temps de vibration relativement longs. L'*ultra-électricité* serait caractérisée par des temps de vibration plus courts que ceux qui correspondent au phénomène de l'électricité proprement dite.

Cela étant, nous pouvons admettre, avec un grand degré de probabilité, les deux propositions suivantes qui nous donnent la clef de plusieurs phénomènes.

a) Les corps conduisent d'autant mieux l'électricité que celle-ci correspond à un temps de vibration plus grand. L'infra-électricité est conduite par tous les corps, sauf par les gaz très raréfiés, qui offrent une certaine résistance à son passage. L'électricité fournie par les machines qui produisent l'électricité statique se perd plus facilement que celle produite par les piles et par les aimants, par cela que le temps de vibration est dans ce dernier cas plus petit.

b) Lorsqu'un rayon d'un temps de vibration déterminé tombe sur un conducteur chargé, il enraye toujours la vibration électrique de celui-ci, si cette dernière vibration correspond à un temps plus long. Le rayon tend à charger ce conducteur de l'électricité qui correspond à son propre temps de vibration.

En résumé, les radiations qui sont représentées par le spectre calorifique et lumineux jusqu'au violet, déterminent la production de l'*infra-électricité*. Les phénomènes *électriques* paraissent déjà correspondre à certaines radiations du violet, et le phénomène *ultra-électrique*, à la radiation anticathodique.

Si nous admettons ces considérations, le radiomètre n'est probablement autre chose qu'un *tourniquet infra-electrique*. La face de la palette recouverte de noir de fumée recevant à chaque instant une charge plus forte d'infra-électricité, la perd en plus grande abondance dans le gaz ambiant très raréfié, qui offre une certaine résistance à la déperdition. La réaction due à l'écoulement ultra-électrique détermine la rotation.

Il est assez curieux de remarquer que pour transformer le radiomètre en tourniquet électrique proprement dit, il suffit de le placer entre les deux pôles d'une machine de Holtz. Si l'on opère à la lumière, on voit le radiomètre hésiter, tourner tantôt dans le sens direct, tantôt en sens contraire. Mais si l'on se place à l'abri des rayons lumineux dans une chambre noire, on le voit prendre définitivement une rotation inverse, la surface brillante de la palette étant plus conductrice de l'électricité que la surface noircie. M. Rydberg, d'une part, et MM. Fontassa et Umani, d'autre part, avaient déjà remarqué que le mouvement du radiomètre pouvait être enrayé sous l'action de l'influence électrique.

On admettait antérieurement que la rotation du radiomètre était le simple résultat de ce fait, que la face noircie étant plus absorbante pour la chaleur, sa température étant donc plus élevée, elle devait, en vertu de la théorie des gaz, renvoyer les molécules qui la frappaient avec une vitesse plus grande que la face opposée.

Cette première hypothèse donne lieu à une difficulté relativement à l'intensité de la force à laquelle on est obligé d'attribuer cette rotation. La pression du gaz dans le radiomètre correspond environ à 1 milligramme par centimètre carré. Si donc nous admettons une différence de 1° sur chacune des faces de ce centimètre carré, il en résultera une différence de pression de $^1/_{275}$ de milligramme environ. D'autre part, l'appareil se met en marche alors que la différence de température ne dépasse certainement pas $^1/_{10}$ de degré. La force accélératrice serait donc inférieure à $^1/_{2750}$ de milligramme, force qui est insuffisante pour déterminer les effets observés. On peut estimer que la force mise en jeu pour projeter les molécules, représente une valeur certainement mille fois plus grande, ce qui porterait la *température moléculaire* du gaz qui entre en contact avec la palette d'un radiomètre soumis à un rayonnement très faible, à 275000°.

En résumé, lorsqu'un rayon calorifique tombe sur une particule solide, plongée dans un gaz raréfié, celle-ci se chargeant d'infra-électricité, repousse les molécules qui entrent en contact avec elle, avec une vitesse incomparablement plus grande que celle qui correspondrait au phénomène calorifique considéré isolément. Il ne pourrait en être ainsi lorsque le gaz est sous une pression relativement élevée, celui-ci étant alors bon conducteur de l'*infra-électricité*.

Nous voyons donc que lorsqu'un solide est plongé dans un gaz très raréfié, sa surface soumise à un rayonnement calorifique même très faible, se comporte vis-à-vis des molécules gazeuses qui viennent la frapper, comme si elle était portée à une température excessive.

Ces considérations jettent un jour nouveau sur la cause de quelques phénomènes célestes. La théorie de la formation de la queue des comètes que nous avons admise (1) subsiste, mais avec cette différence que les effets produits sont singulièrement renforcés. La vitesse prodigieuse avec laquelle ces formations se développent dans certains cas, se trouverait ainsi expliquée. D'autre part, les nébuleuses doivent se trouver dans un état tout particulier, car du moment qu'un centre de condensation capable d'émettre des rayons calorifiques s'est produit, le gaz ambiant se comporte immédiatement comme s'il était soumis à une température prodigieusement élevée. Telle est probablement la cause du rayonnement produit par ces astres, qui à première vue paraissent devoir se trouver à une température excessivement basse. Si nous nous rapportons aux définitions de notre précédente note, nous dirons que leur *température moléculaire* est très élevée, qu'il en est de même de leur *température atomique,* par suite des chocs violents qui résultent des mouvements moléculaires, mais que leur *température virtuelle* est très basse.

C'est également à l'infra-électricité qu'il faut attribuer l'impression photographique lorsque les radiations émanant du soleil ou d'une lampe paraissent traverser une feuille métallique (2). Il est en effet évident que si cette infra-électricité recouvre une feuille d'étain disposée sur une surface sensible, elle pourra déterminer une impression plus forte aux points qui sont en contact avec elle, *c'est-à-dire aux points qui sont les mieux protégés contre une radiation directe.*

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXIII, p. 490, 1892.

(2) Lorsque l'impression se produit au travers d'une planchette de bois ou de carton, il est probable qu'il s'agit d'un passage réel de rayons, mais en proportion très faible.

La planche I nous montre ce résultat obtenu d'une manière frappante. A cet effet, nous avons disposé simplement la feuille d'étain sur la surface sensible d'une plaque photographique, préalablement voilée en l'exposant un instant à la lumière d'une lampe, ensuite enveloppée soit de papier gris, soit du papier noir dont on se sert habituellement pour préserver les plaques. Le tout était disposé dans un châssis-presse muni ou non de sa plaque de verre. La plaque sensible étant ainsi exposée pendant plusieurs heures à la lumière d'une lampe à arc (la distance de cette source était de 40 centimètres environ), nous avons obtenu le résultat voulu (les rayons solaires fournissent le même résultat) (1). L'infra-électricité constitue donc dans ce cas un *agent continuateur* de la réaction. La planche II montre la photographie de cette même feuille d'étain obtenue dans les mêmes conditions à l'aide des rayons anticathodiques. On remarque que les irrégularités de la feuille ne sont plus marquées; la surface est au contraire impressionnée d'une manière très régulière. La surface sensible est du reste moins impressionnée sous la feuille d'étain. Il s'agit donc bien ici d'une véritable transparence pour ces rayons. Si l'on fait usage d'une plaque non voilée, la surface sensible placée derrière la feuille d'étain n'est plus que très légèrement impressionnée (planche III), bien que cette impression présente encore les caractères de l'impression électrique, où le contact est le facteur dominant. Ce fait est surtout marqué sur la planche IV, qui a été obtenue au soleil. On peut encore observer que c'est vers le bord de la feuille que se produisent les effets les plus marqués pour nos trois épreuves (1).

---

(1) Il est souvent nécessaire de tâtonner afin d'obtenir ce résultat. L'épaisseur du papier à employer dépend de la nature de la plaque. Dans nos derniers essais, nous n'avons réussi qu'en recouvrant le papier d'une planchette de hêtre de 1 millimètre d'épaisseur.

Afin d'étudier d'une manière précise ces phénomènes, nous avons fait construire un spectroscope muni d'un appareil photographique, de manière à pouvoir caractériser les radiations en nous plaçant à ce nouveau point de vue.

Nous avons enfin réalisé l'expérience qui nous a fourni la planche I à l'aide d'une feuille d'étain étagée, dont l'épaisseur variait dans le rapport de un à dix. Nous avons constaté de cette manière que *l'épaisseur de la feuille n'exerce aucune influence sur l'impression produite.*

Conclusion. — L'expérience du radiomètre et l'expérience du D^{r} Le Bon démontrent d'une manière non douteuse l'existence de l'infra-électricité. Le radiomètre se meut sous une influence infra-électrique qui correspond au temps de vibration des ondes calorifiques. La photographie du D^{r} Le Bon correspond à des temps de vibration variables. Mais le phénomène électrique proprement dit n'intervient pas, car on sait que la lame de verre disposée au-dessus de la plaque sensible élimine à coup sûr toute manifestation actino-électrique.

---

(1) Si l'on répète ces expériences en disposant le châssis-presse à l'abri des rayons lumineux, dans une étuve dont la température est au moins égale à celle produite par les rayons, on n'obtient aucune impression.

En résumé, voici les diverses énergies qui correspondent aux diverses radiations :

Radiations.	*Énergies.*
Calorifiques et lumineuses.	Chaleur et infra-électricité.
Ultra-violettes.	Électricité.
Anticathodiques.	Ultra-électricité.

Sur les fonctions invariantes associées à un système transformable; par Jacques Deruyts, membre de l'Académie.

Soient $p_1, p_2, \ldots, p_r$ des fonctions entières isobariques, homogènes et des mêmes degrés pour les coefficients de formes et les variables de différentes séries analogues à $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

Représentons par les lettres majuscules correspondantes $P_1, P_2, \ldots$ les transformées de $p_1, p_2, \ldots,$ quand les variables x sont soumises à la substitution

$$x_j = \alpha_{j1}X_1 + \alpha_{j2}X_2 + \cdots + \alpha_{jn}X_n, \quad (j = 1, 2, \ldots n); \qquad (1)$$

le système $p_1, \ldots, p_r$ est *transformable*, si l'on a des relations du premier degré

$$P_i = \theta_{i1}p_1 + \theta_{i2}p_2 + \cdots + \theta_{ir}p_r, \quad i = 1, 2, \ldots r, \quad . \quad (2)$$

les quantités θ dépendant des paramètres α.

Nous nous proposons de déterminer les fonctions invariantes qui ont pour expression générale

$$\varphi = c_1 p_1 + c_2 p_2 + \cdots + c_r p_r,$$

$p_1, p_2, \ldots, p_r$ étant supposés linéairement indépendants.

1. Les fonctions φ sont caractérisées par l'équation

$$C_1 P_1 + C_2 P_2 + \cdots + C_r P_r = \delta^{\pi}(c_1 p_1 + \cdots + c_r p_r),$$

δ étant le module de la substitution (1) et C représentant la transformée de c.

Remplaçons les quantités P par leur valeurs (2) et identifions les coefficients des fonctions linéairement indépendantes $p_1, p_2, \ldots, p_r$; nous obtenons les équations

$$c_i = \delta^{-\pi}(\theta_{1i} C_1 + \theta_{2i} C_2 + \cdots + \theta_{ri} C_r).$$

En se reportant à la formule (2), on voit que *les quantités* c *sont contragrédientes à* $p_1, p_2, \ldots, p_r$, *même quand elles ont entre elles des relations du premier degré.*

Inversement, *si les* c *sont contragrédients à* $p_1, \ldots, p_r$, *la somme* $c_1 p_1 + \cdots + c_r p_r$ *est invariante.*

Représentons par e les éléments dont dépendent les fonctions c et par e' des éléments différents, mais analogues à e. Soient $c' = c(e')$ les fonctions correspondant à $c = c(e)$; les quantités c et c' étant transformables de la même manière, le système (c') est contragrédient à (p) et $c'_1 p_1 + c'_2 p_2 + \cdots + c'_r p_r$ est une fonction invariante qui se réduit à φ, si l'on identifie les éléments e' et e. Donc, sans nuire à la généralité, *on peut supposer que dans le développement de* φ, *les fonctions* c *et* p *dépendent de séries différentes d'éléments.*

2. Considérons le cas particulier où les quantités p s'expriment seulement au moyen des coefficients de formes linéaires $b1_x$, $b2_x$, ...

Soit $[P_i]$ la fonction invariante de poids zéro, obtenue en remplaçant dans P_i les paramètres α_{hk} de la substitution (1) par les variables xk_h de n séries $(x1)$, $(x2)$, ..., (xn) analogues à (x). On peut toujours écrire :

$$[P_i] = \Omega_1\chi 1 + \Omega_2\chi 2 + \cdots + \Omega_l\chi l, \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

dans les conditions suivantes :

1° Les lettres χ représentent des covariants primaires, c'est-à-dire des fonctions invariantes en $x1, x2, \ldots, xn-1$ qui satisfont aux équations de polaires $xi\frac{d}{dxi+1} = 0$ $(i = 1, 2, \ldots, n-2)$.

2° $\Omega\chi$ désigne en général une somme de produits de covariants identiques et de polaires de χ relatives aux variables.

3° Chacun des covariants χ, multiplié par une puissance de $(\pm x1_1, \ldots, xn_n)$, est une polaire de $[P_i]$ (*).

Soient $\chi 1, \chi 2, \ldots, \chi t$ les termes linéairement indépendants des r suites $\chi 1, \chi 2, \ldots, \chi l$ obtenues en faisant $i = 1, 2, \ldots, r$ dans la formule (3). Les fonctions $[P_i]$ sont des sommes de polaires de $\chi 1, \ldots, \chi t$ multipliées par des covariants identiques; inversement, $\chi 1, \ldots, \chi t$ multipliés par des puissances de $(\pm x1_1\ x2_2 \ldots xn_n)$ se

---

(*) Les conditions indiquées sont toujours réalisables : dans la formule (3), les covariants $\chi_1 \ldots \chi l$ doivent être linéairement indépendants, ainsi que les multiplicateurs de leurs sources. Le nombre l des termes est alors réduit au minimum. Voir notre *Essai d'une théorie générale des formes*, p. 110. (MÉM. DE LA SOC. ROY. DES SCIENCES DE LIÉGE, 2e sér., t. XVII.)

déduisent de l'une au moins des quantités $[P_1]$, $[P_2]$, …, $[P_r]$ par opérations polaires relatives aux variables. D'autre part, les fonctions $[P]$ sont linéairement exprimables en p_1, …, p_r [formule (2)]. Donc, *les coefficients de* $\chi 1$, … χt *sont des combinaisons du premier degré de* $\mathrm{p}_1, \ldots, \mathrm{p}_r$ *et réciproquement.*

3. Soient $a1_x$, $a2_x$, …, an_x des formes linéaires; si le covariant χi des formes b_x a le poids π, on peut écrire

$$(\pm\, x1_1\, x2_2 \ldots .\, xn_n)^\pi \chi i = \mathrm{O}_b \Pi_{j=1}^n (\pm\, a1_{x1}\, a2_{x2} \ldots .\, aj_{xj})^{mj},$$

les exposants mj étant convenablement choisis et O_b représentant une opération polaire relative aux coefficients de $a1_x$, $a2_x$, …, $b1_x$, $b2_x$, … (*).

Désignons par $y1$, $y2$, … des séries de n variables et par O_y l'opération polaire analogue à O_b relative aux variables $x1$, $x2$, …, xn, $y1$, $y2$, … Prenons

$$\Omega'_i \chi i = \mathrm{O}_y (\pm\, x1_1 \,.\ldots,\, xn_n)^\pi \chi i,$$

c'est-à-dire

$$\Omega'_i \chi i = \mathrm{O}_y \mathrm{O}_b \Pi (\pm\, a1_{x1},\, a2_{x2} \ldots aj_{xj})^{mj};$$

la fonction invariante

$$\varphi'_1 = \Omega'_1 \chi 1 + \Omega'_2 \chi 2 + \cdots + \Omega'_t \chi t \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

peut toujours s'écrire

$$\varphi'_1 = \lambda_1 \mu_1 + \lambda_2 \mu_2 + \cdots + \lambda_s \mu_s, \quad . \quad . \quad . \quad (4')$$

(*) *Loc. cit.*, p. 72.

de manière que les quantités λ, μ dépendent respectivement des éléments y, b et n'ont entre elles aucune relation linéaire.

Les covariants χi ($i = 1, 2, \ldots, t$) étant par supposition linéairement indépendants, il en est de même de leurs sources

$$\psi_i = 0_b \Pi (\pm a1_1\, a2_2 \ldots . aj_j)^{mj}.$$

En outre, dans le développement de $\Omega'_i \chi i$, le multiplicateur de ψi est

$$\omega_i = 0_y \Pi (\pm x1_1 \ldots . xj_j)^{mj};$$

conséquemment, les multiplicateurs $\omega_1 \ldots \omega_t$ des sources $\psi_1 \ldots \psi_t$ dans la formule (4) sont linéairement indépendants de la même manière que $\psi_1, \ldots, \psi_t$. Dans ces conditions, le nombre s des termes du développement (4′) est le nombre des coefficients linéairement indépendants de $\chi 1, \chi 2, \ldots, \chi t$ (*). D'après le résultat obtenu au paragraphe précédent, on a $s = r$; on peut prendre

$$\mu_1 = p_1, \ \mu_2 = p_2, \ \ldots, \ \mu_r = p_r;$$

la formule (4′) devient

$$\varphi'_1 = \lambda_1 p_1 + \lambda_2 p_2 + \cdots + \lambda_r p_r.$$

En d'autres termes, si $p_1, p_2, \ldots, p_r$ sont fonctions des coefficients de formes linéaires, on peut trouver des quantités linéairement indépendantes $c = \lambda$, telles que la somme $\lambda_1 p_1 + \cdots + \lambda_r p_r$ soit invariante.

Ce résultat se généralise facilement pour les systèmes

(*) *Loc. cit.*, p. 111.

(p) dépendant des coefficients de formes quelconques. En effet, soit p' l'expression symbolique de p, symétrique pour les symboles équivalents; les quantités p' se rapportant à des formes du premier degré, il existe une fonction invariante $\lambda_1 p'_1 + \cdots + \lambda_r p'_r$ où les λ sont linéairement indépendants. Si l'on remplace les expressions symboliques par les expressions effectives, on obtient la fonction invariante $\lambda_1 p_1 + \cdots + \lambda_r p_r$ différente de zéro.

Les quantités p peuvent encore dépendre de variables $v_1, v_2, \ldots, v_n$ analogues à $x_1, \ldots, x_n$; ce cas se ramène aux précédents, si l'on considère les v comme les coefficients de la forme $(\pm v_1\, x1_2\, x2_3 \ldots .\, xn - 1_n)$. Nous énoncerons donc ce théorème : *A tout système transformable et linéairement indépendant* $\mathrm{p}_1, \ldots, \mathrm{p}_r$, *on peut faire correspondre un système analogue* $\lambda_1, \ldots, \lambda_r$, *tel que la somme* $\lambda_1 \mathrm{p}_1 + \lambda_2 \mathrm{p}_2 + \cdots + \lambda_r \mathrm{p}_r$ *soit invariante et différente de zéro.*

Le poids de la fonction invariante $\Sigma\lambda p$ peut être supposé positif, négatif ou nul, car on peut introduire comme facteur un invariant ou un covariant identique.

4. Les propriétés établies ci-dessus permettent de déterminer toutes les fonctions invariantes φ associées à un système donné (p).

Pour plus de simplicité, nous considérerons d'abord les fonctions de poids zéro

$$\varphi = c_1 p_1(x) + c_2 p_2(x) + \cdots + c_r p_r(x), \quad . \quad . \quad . (5)$$

dans lesquelles les quantités p dépendent seulement des variables $x1, x2, \ldots$, tandis que les multiplicateurs c sont fonctions des coefficients de formes algébriques quelconques et de séries de variables (y) ...

Nous écrirons :

$$p_i(x) = \sum \frac{\varepsilon_{ik}}{\sqrt{\alpha!\beta!\ldots}}\, x_1^{\alpha} x_2^{\beta} \ldots,$$

les ε_{ik} désignant des facteurs numériques (*). Puisque les p_i sont supposés linéairement indépendants, les déterminants d'ordre r du tableau

$$\left\| \begin{matrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \cdots & \cdots \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \varepsilon_{r1} & \varepsilon_{r2} & \cdots & \cdots \end{matrix} \right\| \quad \ldots\ldots (5')$$

ne sont pas tous nuls.

Par analogie avec l'expression de $p_i(x)$, nous prendrons

$$p_i\left(\frac{d}{dx}\right) = \sum \frac{\varepsilon_{ik}}{\sqrt{\alpha!\,\beta!\ldots}}\, \frac{d^{\cdots}}{dx_1^{\alpha}\, dx_2^{\beta}\ldots};$$

on obtient immédiatement

$$p_i\left(\frac{d}{dx}\right)\cdot p_j(x) = \sum\nolimits_k \varepsilon_{ik}\varepsilon_{jk},$$

et, d'après la formule (5) :

$$p_1\left(\frac{d}{dx}\right)\varphi = c_1\sum \varepsilon_{1k}^2 + c_2\sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k} + \cdots + c_r\sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{rk}$$

$$p_2\left(\frac{d}{dx}\right)\varphi = c_1\sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k} + c_2\sum \varepsilon_{2k}^2 + \cdots + c_r\sum \varepsilon_{2k}\varepsilon_{rk}$$

. . . .

(*) L'indice k correspond au produit $x_1^{\alpha} x_2^{\beta}\ldots$

Les r dernières équations sont résolubles par rapport à $c_1, c_2, \ldots, c_r$, car leur déterminant ζ est la somme des carrés des déterminants du tableau (5′). On obtient, par suite :

$$\varphi = -\frac{1}{\zeta}\begin{vmatrix} 0 & p_1(x) & p_2(x) & \ldots & p_r(x) \\ p_1\left(\frac{d}{dx}\right)\varphi & \sum \varepsilon_{1k}^2 & \sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k} & \ldots & \sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{rk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_r\left(\frac{d}{dx}\right)\varphi & \sum \varepsilon_{rk}\varepsilon_{1k} & \sum \varepsilon_{rk}\varepsilon_{2k} & \ldots & \sum \varepsilon_{rk}^2 \end{vmatrix} \quad . \quad . \; (6)$$

D'un autre côté, toute fonction invariante de poids zéro en $x1$, $x2$, ..., y ..., s'écrit symboliquement

$$\varphi \equiv O' a1^{e}_{x1}\, a2^{f}_{x2} \ldots b^{g}_{y} \ldots, \quad . \quad . \quad . \quad . \; (6')$$

O' étant une opération polaire relative à $a1$, $a2$, ..., b, ... et aux coefficients symboliques (*); de plus, le second membre de la dernière formule peut être supposé symétrique pour les symboles équivalents. On déduit de l'équation (6′)

$$p_i\left(\frac{d}{dx}\right)\varphi \equiv e!\, f! \ldots O' p_i(a)\, b^{g}_{y} \ldots;$$

par la formule (6), on obtient ensuite :

$$\varphi \equiv O_{\zeta_0} b^{g}_{y} \ldots, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \; (7)$$

(*) *Loc. cit.*, p. 62

en représentant par O une opération polaire et en posant :

$$\varphi_0 = \begin{vmatrix} 0 & p_1(x) & p_2(x) & \dots & p_r(x) \\ p_1(a) & \sum \varepsilon_{1k}^2 & \sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k} & \dots & \sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{rk} \\ p_2(a) & \sum \varepsilon_{2k}\varepsilon_{1k} & \sum \varepsilon_{2k}^2 & \dots & \sum \varepsilon_{2k}\varepsilon_{rk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_r(a) & \sum \varepsilon_{rk}\varepsilon_{1k} & \sum \varepsilon_{rk}\varepsilon_{2k} & \dots & \sum \varepsilon_{rk}^2 \end{vmatrix}.$$

Nous observerons encore que $O\varphi_0 b_y^g \dots$ est une fonction invariante en même temps que φ, car les expressions symboliques employées sont symétriques pour les symboles équivalents.

5. *La fonction* φ_0 *est symétrique et bilinéaire pour les quantités* $p(x)$, $p(a)$; *elle est de plus invariante*, ainsi qu'il résulte des remarques suivantes :

1° Le système $p_1(x), \dots, p_r(x)$ étant transformable, il en est de même des systèmes correspondants $p_1(a), \dots, p_r(a)$ et $Op_1(a)b_y^g, \dots, Op_r(a)b_y^g$, de telle manière que si l'on a

$$p_i(A) = \theta'_{i1} p_1(a) + \dots + \theta'_{ir} p_r(a), \quad . \quad . \quad . \quad . \tag{8}$$

on obtient

$$Op_i(A)\,B^g(Y) = \theta'_{i1} Op_i(a) b_y^g + \dots + \theta'_{ir} Op_r(a) b_y^g \;.. \tag{8'}$$

2° L'opérateur O et l'exposant g sont déterminés par la fonction φ, qui est de poids zéro ; mais il n'existe aucune relation linéaire *générale* entre les quantités $Op(a)b_y^g$.

En effet, on peut obtenir une fonction particulière $\varphi = \lambda_1 p_1(x) + \dots + \lambda_r p_r(x)$, dans laquelle $\lambda_1, \dots, \lambda_r$ sont linéairement indépendants (§ 3) ; d'après la formule (7),

$\lambda_1, \ldots, \lambda_r$ sont représentés symboliquement par des combinaisons linéaires de $\mathrm{O}p_1(a)\,b_y^g, \ldots, \mathrm{O}p_r(a)\,b_y^g$; par suite, il n'existe aucune relation du premier degré entre ces dernières quantités.

3° L'équation d'invariance de $\mathrm{O}\varphi_0 b_y^g$, à savoir

$$\mathrm{O}\Phi_0 \mathrm{B}^g(\mathrm{Y}) = \mathrm{O}\varphi_0 b_y^g, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

se vérifie identiquement si l'on remplace dans le premier membre les quantités $p(\mathrm{X})$ et $\mathrm{O}p(\mathrm{A})\mathrm{B}^g(\mathrm{Y})$ par leurs valeurs en $p(x)$ et $\mathrm{O}p(a)\,b_y^g$; en effet, les $p(x)$ sont linéairement indépendants et, comme nous venons de le voir, il n'existe aucune relation générale du premier degré entre les quantités $\mathrm{O}p(a)\,b_y^g$.

La formule (9) résulte ainsi du mode de transformation des expressions $\mathrm{O}p(a)\,b_y$; les quantités $p(a)$ et $\mathrm{O}p(a)\,b_y$ étant tout à fait semblables [formules (8), (8')], on peut, sans modifier l'invariance, remplacer dans $\mathrm{O}\varphi_0 b_y$ les $\mathrm{O}p(a)\,b_y$ par $p(a)$ et on obtient alors la fonction φ_0. Donc : *Toutes les fonctions invariantes* φ *de poids zéro, associées à un système transformable indépendant* $\mathrm{p}_1(\mathrm{x}), \ldots, \mathrm{p}_r(\mathrm{x})$, *se déduisent de l'une d'entre elles* φ_0, *par la formule symbolique* (7) :

$$\varphi \equiv \mathrm{O}\varphi_0 b_y^g \ldots,$$

g *étant le degré de* φ *pour les variables* y *différentes de* (x).

Application. — Soit $\varphi = c_1 p_1(x) + \cdots + c_r p_r(x)$ une forme ou une fonction invariante de poids zéro, satisfaisant à des équations de polaires $\mathrm{E}_x = 0$, relatives aux variables (*). On peut toujours supposer les quantités p linéairement indépendantes, et ainsi $p_1, \ldots, p_r$ sont les

---

(*) Les conditions de polaires sont équivalentes à des relations du premier degré entre les coefficients de φ.

termes d'un système transformable satisfaisant à $E_x p = 0$. La formule (7) est applicable dans le cas actuel; la fonction φ_0 satisfait, à cause de sa symétrie, aux équations correspondantes $E_x = 0$, $E_a = 0$. Donc, *toute fonction invariante de poids zéro, qui satisfait à des conditions de polaires* $E_x = 0$, *s'écrit symboliquement* $\varphi \equiv O\varphi_0 b_y \dots$, *de manière que* φ_0 *est solution des équations* $E_x = 0$, $E_a = 0$.

L'opération O jouit elle-même d'une propriété en relation avec les équations $E_x = 0$. Cette opération est définie par $O = \sum \Pi h \frac{d}{dai} k \frac{d}{db}$ comme agrégat de polaires simples relatives aux coefficients a, b; si l'on fait $zi = \frac{d}{dai}$, on écrira $O = \sum \Pi h_{zi} k \frac{d}{db}$, et sous cette forme, on vérifie facilement les relations schématiques $E_z O = 0$.

6. Soit $\varphi' = c_1 p_1(x) + \cdots + c_r p_r(x)$ une fonction invariante de poids positif $\pi = \varepsilon$; si $z1$, $z2$, …, zn sont des séries de variables analogues à x, le produit

$$\varphi = \varphi'(\pm z1_1 \dots zn_n)^\varepsilon$$

est de poids zéro et est associé au système transformable $p'(z)$ composé d'un seul terme $p' = (\pm z1_1, \dots, zn_n)^\varepsilon$. D'après le théorème précédent, on a

$$\varphi \equiv O' a1^e_{x1}\, a2^f_{x2} \dots b^g_y (\pm l1_{z1}\, l2_{z2} \dots ln_{zn})^\varepsilon,$$

puis

$$\varphi' \equiv O' a1^e_{x1}\, a2^f_{x2} \dots b^g_y, \dots (\pm l1_1\, l2_2 \dots ln_n)^\varepsilon; \qquad .(10)$$

O′ est alors une opération polaire relative aux coefficients des formes linéaires a_x, b_x, l_x.

On peut appliquer à φ' les raisonnements indiqués ci-dessus (§ 4) pour φ, en remplaçant l'équation (6′) par (10) : on trouve ainsi que toute fonction invariante de poids positif ε, associée au système $p(x)$, s'écrit symboliquement :

$$\varphi' \equiv O' \varphi_0 (\pm l1_1, \dots, ln_n)^\varepsilon b^g_y \dots \qquad . \quad . \quad . \quad . (11)$$

Enfin, considérons les fonctions $\varphi'' = c_1 p_1(x) + \cdots + c_r p_r(x)$, qui sont de poids négatif $\pi = -\varepsilon$. Le produit $\underset{\cdot}{\varphi} = \varphi''(\pm l1_1 \ldots\ldots ln_n)^\varepsilon$ est de poids zéro. On a $\varphi \equiv O\varphi_0 b_y^g \ldots$ et

$$\varphi'' = \left(\pm \frac{d}{dl1_1} \cdots \frac{d}{dln_n}\right)^\varepsilon \varphi,$$

à part un facteur numérique. On déduit facilement de là :

$$\varphi'' \equiv \sum O'' \nabla \varphi_0 b_y^g \ldots, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (12)$$

O'' étant une opération polaire et ∇ une opération définie schématiquement par le produit de ε déterminants

$$\left(\pm \frac{d}{dh_1} \frac{d}{dk_2} \cdots \frac{d}{dt_n}\right),$$

où h, k, t sont des coefficients a, b.

Ainsi, *les formules* (7), (11), (12) *déterminent au moyen de* φ_0 *les expressions symboliques des fonctions invariantes associées au système* p (x).

7. Le résultat précédent se généralise pour les systèmes transformables (p) dépendant de variables x et des coefficients de formes quelconques. Si les lettres υ désignent des coefficients de formes linéaires, on peut écrire $p \equiv p'(x, \upsilon)$, en expression symbolique symétrique pour les symboles équivalents. Les systèmes (p), (p') sont transformables de la même manière et les fonctions invariantes $\varphi = c_1 p_1 + \cdots + c_r p_r$ sont représentées symboliquement par les fonctions invariantes associées à (p').

D'autre part, les coefficients υ de formes linéaires sont cogrédients aux déterminants d'ordre $n - 1$ composés au moyen de $n - 1$ séries de n variables; conséquemment, les fonctions p' se ramènent à d'autres p'' qui dépendent seulement des variables. Les formules (7), (11), (12) sont applicables pour le système (p'') et peuvent ensuite être rapportées au système (p').

Prenons

$$p'_i(x, u) = \sum \frac{\varepsilon_{ik}}{\sqrt{\alpha!\,\beta!\ldots\gamma!\ldots}}\, x_1^{\alpha}, x_2^{\beta} \ldots, u_1^{\gamma} \ldots,$$

$$D = \begin{vmatrix} 0 & p'_1(x, u) & \ldots & p'_r(x, u) \\ p'_1(a, z) & \sum \varepsilon_{1k}^2 & \ldots & \sum \varepsilon_{1k}\varepsilon_{rk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p'_r(a, z) & \sum \varepsilon_{rk}\varepsilon_{1k} & \ldots & \sum \varepsilon_{rk}^2 \end{vmatrix}.$$

On peut vérifier que *toutes les fonctions invariantes associées au système* $\mathfrak{p} \equiv \mathfrak{p}'(\mathfrak{x}, \upsilon)$ *se déduisent symboliquement de* **D**, *par la formule*

$$\varphi \equiv \Theta D(\pm\, l\dot{\imath}_1 \ldots\ldots l\mathfrak{n}_n)^{\varepsilon}\, l_y^{g} \ldots$$

Les notations employées sont les suivantes : les lettres a, b, l, h, k, ..., t, ... représentent des coefficients de formes linéaires; x, y, z désignent des variables; ε est un nombre positif ou nul; enfin, Θ est un agrégat de polaires et d'opérations

$$\left(\pm\, h_1\, k_2 \ldots t_{n-1} \frac{d}{dz_n}\right), \quad \left(\pm \frac{d}{dh_1} \frac{d}{dk_2} \cdots \frac{d}{dt_n}\right).$$

Remarque. — Le déterminant D est invariant; il est développable comme somme des quantités $p'(x, \upsilon)$ multipliées par des quantités contragrédientes (§ 1). Donc, *au système linéairement transformable* $\mathfrak{p}'(\mathfrak{x}, \upsilon)$, *il correspond un système contragrédient dont les termes sont combinaisons linéaires des fonctions* $\mathfrak{p}'(\mathfrak{a}, \mathfrak{z})$.

Chimie. — *Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone* [cinquième communication] (*); par Maurice Delacre, correspondant de l'Académie.

En étudiant, il y a déjà cinq ans, l'action de la potasse alcoolique de 1 à 5 % sur la dypnopinacone, j'obtins, en même temps que l'isodypnopinacoline α récemment décrite (**), une petite quantité de flocons cristallins. La séparation de ce produit secondaire se faisait très nettement par cristallisation dans l'alcool; après les cristaux tabulaires de dypnopinacoline α, il se déposait sous forme d'aiguilles extrêmement ténues dont la quantité était toujours très faible (quelques milligrammes pour 10 grammes de pinacone mis en œuvre).

Animé du désir de poursuivre jusque dans ses détails l'étude de la synthèse de la chaîne benzénique, je m'efforçai d'augmenter les rendements de ce produit secondaire pour me mettre à même d'en faire l'étude.

Je crois bon de donner une idée des expériences que j'ai exécutées dans cette voie; des détails de ce genre sont, à la vérité, de peu d'intérêt à la lecture, mais ils sont indispensables à ceux qui me succéderont dans ces recherches, et il ne serait pas pratique de rentrer dans de semblables particularités dans le mémoire d'ensemble

---

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XX, p. 463, 1890; t. XXII, p. 470, 1891; t. XXVII, p. 36, 1894; t. XXIX, p. 849, 1895.

(**) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXIX. p. 855.

qu'il me sera peut-être donné de publier sur cette question importante.

Tout d'abord, je crus pouvoir arriver à augmenter la proportion du produit secondaire (que nous appellerons isodypnopinacoline β) en faisant varier les conditions de l'opération. C'est dans cet espoir que je me livrai à une série d'essais qui comptent parmi les plus décourageants que j'aie rencontrés dans ces recherches.

Tout ce que je fis pour varier les conditions (concentration des solutions, quantité de potasse, temps et façon de chauffer, température de la réaction) ne me conduisit à aucune amélioration.

Une partie de mes essais portèrent ensuite sur l'action de l'acide chlorhydrique. Frappé de ce que j'avais constaté avec les dypnopinacolines, l'isomérisation facile du dérivé α en dérivé β par l'action des acides minéraux, il m'était naturel de chercher de ce côté un moyen de passer de l'isodypnopinacoline α à l'isodypnopinacoline β (*). En faisant agir au bain-marie, en matras scellé, l'isodypnopinacoline α (5 grammes) sur un mélange de 150 grammes d'acide acétique à 80 % et de 25 grammes d'acide chlorhydrique fumant, on ne provoque pas la déshydratation du produit (**). Il se dépose inaltéré de la

---

(*) Ceci ne doit pas faire supposer une parenté qui n'existe peut-être pas entre les isodypnopinacolines α et β; je ne fais que signaler l'évolution de mes idées. A ce sujet, je crois utile de dire que mes dénominations sont tout à fait empiriques. En tout cas, il est dès à présent certain qu'une parenté au même degré n'existe pas entre les dypnopinacolines, d'une part, et les isodypnopinacolines, d'autre part.

(**) Mes notes ne mentionnent pas le temps de chauffe; je crois que c'était une douzaine d'heures.

solution ; cependant je remarquais toujours qu'un long repos occasionnait dans les solutions le dépôt d'isodypnopinacoline β. Ceci, dû uniquement à une circonstance fortuite de l'exposition de mon laboratoire, m'engagea dans une série d'essais qui furent aussi infructueux que les précédents.

C'est un hasard qui m'amena à reconnaître la vraie cause de la transformation de l'isodypnopinacoline α en β. J'avais déterminé par la méthode cryoscopique le poids moléculaire de l'isodypnopinacoline α ; la solution benzénique fut placée dans un tube à essais et oubliée sur une étagère exposée au soleil pendant plusieurs heures du jour ; plusieurs mois après, reprenant par l'acide acétique le résidu de l'évaporation, j'eus la joie de constater la disparition de la dypnopinacoline α et la formation d'isomère β. La cause de la transformation était donc, soit la lumière solaire, soit l'air, et il me fut aisé de me convaincre par quelques essais que l'oxydation n'entrait pas en jeu.

Malgré cette observation importante, je n'étais pas au bout de mes peines, et trois années devaient encore s'écouler avant que je me trouvasse en possession d'une méthode permettant de préparer le nouvel isomère. En effet, en tant que dissolvant, la benzine ne m'a jamais donné de résultats lorsque j'ai voulu répéter l'essai qui m'avait si bien réussi. La solution benzénique soumise à l'action de la lumière en flacons fermés ne cristallise pas, même après plusieurs mois d'insolation ; si on laisse l'évaporation se faire en même temps, on obtient une masse gommeuse qui est probablement de la dypnopinacoline α légèrement altérée, et dont on ne peut séparer le dérivé β.

Découragé par ces insuccès et dans l'impossibilité de me procurer même un gramme du nouvel isomère, j'exécutai une série d'essais où je faisais agir les rayons solaires sur la dypnopinacoline α au moment de sa formation, mais ce fut sans résultat.

Dans le même ordre d'idées, l'action des rayons solaires sur une solution de dypnopinacoline α dans la potasse alcoolique m'a fourni une méthode qui a été longtemps, pour moi, très précieuse. Elle mérite une mention spéciale, car elle est basée sur un fait qui est important pour cette étude : la transformation de la dypnopinacoline β dans certaines circonstances sous l'influence des rayons solaires.

On chauffe à reflux 7 grammes de dypnopinacoline β, 800 grammes d'alcool fort et 1 gramme de potasse caustique jusqu'à ce que la solution soit parfaite, et on soumet à l'insolation. Dans de bonnes conditions de radiation, la transformation peut commencer trois ou quatre heures après et le liquide commence à déposer des flocons blancs; il m'est arrivé une fois de voir le mélange se prendre en un magma cristallin et d'avoir un rendement de 50 %. Le produit ainsi obtenu a été analysé; traité par le zinc-éthyle, il a donné un alcool identique à celui que je décrirai plus loin.

Comme on le voit, cela ne constitue cependant pas une méthode sûre et commode. La solution une fois faite, si la radiation n'est pas assez forte ou si le soleil vient à disparaître, le produit subit un commencement de scission et devient inapte à fournir le produit cherché.

Voici, en fin de compte, la méthode que je considère actuellement comme la seule pratique.

On dissout 50 grammes d'isodypnopinacoline α dans

11 kilogrammes d'alcool à 95° (*). La solution ayant été faite à chaud, on l'expose au soleil dans un grand flacon bouché. Généralement, lorsque la radiation n'est pas très intense, il se dépose par refroidissement de l'isodypnopinacoline α non transformée; en ce cas, on attend que le premier trouble occasionné par dépôt de l'isomère floconneux se manifeste, on décante, puis on dissout les cristaux déposés dans 1 ou 2 litres de la solution bouillante pour les introduire de nouveau dans la solution qui a commencé à déposer des flocons.

Le temps nécessaire pour atteindre la limite de transformation est extrêmement variable : de deux à trois semaines pendant les périodes les plus favorables. On obtient ainsi de 22 à 25 grammes d'un produit d'une blancheur éclatante et qu'il suffit de laver par l'alcool pour l'amener dans un état de grande pureté.

Le liquide mère, concentré à moitié et exposé de rechef au soleil, fournit un nouveau dépôt. Celui-ci peut être formé uniquement du nouvel isomère, mais ce n'est le cas que si la radiation est très intense. Au cas contraire, il se dépose lentement un mélange d'isodypnopinacoline β et d'isodypnopinacoline γ; d'ailleurs, on peut toujours transformer celle-ci en isomère β par insolation.

Pour 200 grammes d'isodypnopinacoline α, j'ai obtenu en quatre opérations, 140 grammes d'isomère β et γ, après des concentrations successives à 8 kilogrammes de solution.

Cette dernière solution a été additionnée progressivement d'eau; l'addition de 4 litres n'a provoqué que le

---

(*) Il s'agit, comme toujours, à moins de mention spéciale, d'alcool ordinaire. L'acidité du bon alcool commercial que j'ai examiné est d'environ 10 c. c. $\frac{N}{10}$ par kilogramme.

dépôt de $0^{gr},5$ de produit; puis 2 nouveaux litres ont précipité après un repos de plusieurs jours 39 grammes de produit sec, sans qu'une dilution nouvelle occasionne la séparation d'une nouvelle quantité de produit.

D'après cela, il devait donc rester encore une vingtaine de grammes en solution; en chassant l'alcool par distillation et extrayant le résidu aqueux par l'éther, j'ai retiré une dizaine de grammes d'une résine très soluble dans l'alcool, dont il m'a été impossible d'isoler un corps cristallisé et qui, exposée au soleil en solution alcoolique, n'a donné lieu à aucun dépôt appréciable.

Les 39 grammes obtenus par précipitation sont un mélange d'isodypnopinacoline γ et de la même résine soluble dans l'alcool que l'on peut séparer, bien que difficilement, par ce dissolvant à froid.

ISODYPNOPINACOLINE β.

La seule précaution à prendre pour obtenir ce produit à l'état de grande pureté est de soumettre les solutions à une insolation suffisamment prolongée. D'ailleurs, grâce à la légèreté des cristaux, il est très facile de s'assurer de l'absence d'isomères α et γ; en agitant la solution alcoolique, ceux-ci gagnent le fond du flacon, tandis que l'isomère β se sépare par lévigation.

Celui-ci se présente en aiguilles soyeuses d'une blancheur éclatante, qui forment un feutre sur le filtre lorsqu'on les sépare; ce corps est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble à chaud (*), plus soluble également dans l'acide acétique, peu dans l'éther. Il fond à 196°.

(*) La solution alcoolique soumise à l'ébullition pendant huit jours a déposé un produit inaltéré.

L'analyse du produit a conduit aux résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV	V.	Calc. pour $C^{32}H^{26}O$
Substance.	0,4818	0,4689	0,4814	0,5042	0,1612	
Eau. . .	0,2729	0,2666	0,2725	0,2809	0,0932	
CO^2. . .	1,5796 0,0070	1,5380 0,0088	1,5789 0,0100	1,6513 0,0085 0,0023	0,5211 0,0082 0,0031	
H °/₀ . .	6,29	6,31	6,28	6,38	6,42	6,10
C °/₀ . .	89,85	89,86	90,02	89,95	90,05	90,14

Et la détermination cryoscopique :

Benzène 17gr,7649 Congélation 4°,94

Substance	Congélation	M.
0,1388	4°,832	361
0,2814	4°,735	386
0,4418	4°,621	389
0,5599	4°,542	396
0,6694	4°,453	387

(La solubilité du produit s'arrête là.)

D'après cela, l'isodypnopinacoline β peut donc être considérée comme isomère des dypnopinacolines précédemment décrites.

La réaction la plus intéressante de ce produit nouveau est celle des alcalis dilués ; nous verrons que, suivant la concentration, on obtient deux isomères : l'isodypnopinacoline δ et l'isodypnopinacoline ε.

L'acide acétique chlorhydrique à différents degrés de concentration a pour effet de produire des corps fortement colorés en brun, que je ne suis pas arrivé à purifier convenablement ; une seule fois j'ai obtenu un corps fondant vers 215°. Les produits ainsi formés paraissent se décomposer par l'ammoniaque. Pour cette raison, j'ai cru y voir des analogues de celui que j'ai déjà cité sous le nom de pseudodypnopinacoline et provenant de l'action des acides minéraux sur la dypnopinacone et les dypnopinacolines (*), et j'en ai réservé l'étude pour plus tard.

Le chlorure d'acétyle sous pression ordinaire est sans action sensible sur l'isodypnopinacoline β.

Alcool isodypnopinacolique β. Dans certaines conditions que je ne suis pas parvenu à préciser, le zinc-éthyle agit sur l'isodypnopinacoline β en donnant, avec des rendements très satisfaisants, l'alcool correspondant; mais le plus souvent il se forme en même temps une huile épaisse qui refuse obstinément de cristalliser. Dans l'action du zinc-éthyle sur les autres dypnopinacolines, il se forme par une action trop énergique du réactif de la triphénylbenzine, en sorte que les produits de la réaction deviennent facilement cristallisables si on prolonge celle-ci. Ici ce n'est pas le cas; je n'ai jamais obtenu de triphénylbenzine, et l'action prolongée du réactif ne facilite pas la séparation des produits formés, qui se présentent toujours sous forme d'huile épaisse.

10 grammes de dypnopinacoline β sont chauffés pendant 3 $^1/_2$ jours de 125° à 130° avec 25 grammes de zinc-éthyle; le produit de la réaction, délayé par un peu d'éther, est versé peu à peu dans l'eau, traité par HCl et séparé par filtration. On dissout dans l'éther, on ajoute à la solution une certaine quantité d'alcool et on l'aban-

---

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXII, pp. 476 et 499, 1891.

donne dans un matras ouvert ; il se dépose bientôt des cristaux vitreux ; on laisse la cristallisation se prolonger tant qu'il ne se dépose pas d'huile, mais dès que celle-ci apparaît, il faut avoir soin de décanter le liquide surnageant qui ne peut plus donner de cristaux. On retire 1 à 2 grammes de produit.

Celui-ci se présente en cristaux d'une limpidité et d'une netteté admirables ; ils sont tabulaires et atteignent le plus souvent plusieurs millimètres. Ils fondent à 164°.

L'analyse a donné :

		Calculé pour $C^{32}H^{28}O$
Substance	0,3525	
Eau	0,2141	
CO^2	1,1458 0,0089 0,0029	
H °/₀	6,74	6,57
C °/₀	89,58	89,72

Sous l'influence du chlorure d'acétyle, cet alcool se dissout, devient rouge vineux, puis rouge-brun, puis noir ; une seule fois j'ai obtenu par cette action un produit fondant à 133°-134°.

Soumis à la distillation dans le vide, il donne de l'aldéhyde benzoïque facile à caractériser par l'odeur et par l'action de l'ammoniaque et du triphénylbenzène ; mais la scission ne se fait pas d'une façon quantitative ; des produits gommeux accompagnent l'hydrocarbure.

Je n'ai pas cru devoir continuer l'étude de cette nouvelle synthèse de la benzine, en raison des faibles rendements en alcool. Je reviendrai sur ce sujet après que j'aurai trouvé un autre moyen d'hydrogénation.

ISODYPNOPINACOLINE δ.

Préparation : alcool, 100 grammes; isodypnopinacoline β, 1 *gramme*; solution normale de potasse caustique, 10 gouttes (*).

On chauffe la solution au bain de vapeur pendant huit heures, à reflux, on laisse refroidir un peu et on ajoute 5 gouttes d'acide acétique absolu; on filtre au besoin et on abandonne au repos pendant plusieurs jours.

Il se dépose 30 à 40 centigrammes de produit en gros cristaux; l'addition d'un peu d'eau provoque le dépôt d'une seconde quantité équivalente de produit semblable, mais contenant une petite quantité d'isodypnopinacoline ε. On retire ensuite un peu d'isodypnopinacoline β non altérée.

D'ailleurs, si le résultat principal de l'opération me paraît régulier, il est probable que les produits secondaires ne présentent pas la même constance.

Cette réaction est, en effet, d'une délicatesse extrême, et les faits suivants pourront en donner une idée :

Si, au lieu de 10 gouttes de réactif, on en prend 5, la même isodypnopinacoline δ se forme, mais elle est accompagnée d'une grande partie du produit primitif non transformée. Au contraire, il suffit d'augmenter de très peu la proportion de 10 gouttes ou de prolonger, avec la proportion citée plus haut, le temps de chauffe pour obtenir une transformation partielle ou totale en isodypnopinacoline ε.

La même chose a lieu, dans certains cas, si l'on n'emploie pas une isodypnopinacoline β bien pure. C'est ainsi

---

(*) Du compte-gouttes « normal » de Mann et Ilgen.

qu'il m'est arrivé, en utilisant de ce produit contenant de l'isomère γ, et en suivant strictement les conditions de l'opération, de n'obtenir *que de l'isodypnopinacoline* ε. Ce fait intéressant trouvera sans doute son explication lorsque nous connaîtrons mieux les fonctions des corps qui sont décrits ici. J'ai des raisons de croire qu'il tient à la propriété suivante : l'isodypnopinacoline β neutralise les alcalis, tandis que l'isodypnopinacoline γ ne posséderait pas cette propriété, au moins au même degré; il s'ensuit que la quantité de potasse nécessaire dans le premier cas serait trop forte dans le cas des deux isomères mélangés.

L'isodypnopinacoline δ se présente en magnifiques cristaux vitreux, fondant à 169°-170°, et qui se forment bien par refroidissement des solutions alcooliques et acétiques. Ce corps n'a pas subi de transformation par une ébullition de huit heures de sa solution alcoolique.

Fait caractéristique, le chlorure d'acétyle se dissout sans se colorer (différence avec l'isomère ε) et abandonne les cristaux par évaporation ; c'est même un moyen d'obtenir de superbes cristaux.

Les résultats de la combustion et de la détermination cryoscopique sont les mêmes pour ce corps que pour les autres dypnopinacolines décrites :

Substance. . .	0,4677	0,4834	
Eau.	0,2642	0,2693	
CO^2.	1,5334	1,5803	
	0,0081	0,0087	
	0,0015	0,0022	Calculé pour $C^{32}H^{26}O$
H %.	6,28	6,19	6,10
C %.	89,97	89,78	90,14

Benzène 16$^{\text{gr}}$,2012 Congélation 4°,90

Substance	0,2073	Congélation	4°,731	M.	378
	0,4426		4°,553		393
	0,5733		4°,460		400
	0,8324		4°,204		390
	0,9944		4°,110		390

ISODYPNOPINACOLINE ε.

D'après ce qui vient d'être dit au sujet de la préparation de l'isomère δ, on peut voir quel est le minimum de potasse nécessaire pour obtenir l'isodypnopinacoline ε. Mais il n'y a pas d'inconvénient à dépasser sensiblement cette limite.

On fait bouillir pendant six heures 300 grammes d'alcool, 3 grammes de KOH solide pure et 3 grammes d'isodypnopinacoline β pure ou mélangée de δ (non de γ). On laisse refroidir, puis on acidifie par l'acide chlorhydrique. On obtient, après précipitation par l'eau, à peu près 3 grammes du produit nouveau.

Celui-ci contient le plus souvent une très petite quantité d'aiguilles soyeuses fondant vers 205°-210°, dont je n'ai pu jusqu'à ce jour augmenter la proportion. Il ne paraît être ni un produit intermédiaire entre les deux isomères δ et ε, ni un produit de scission sous l'influence des alcalis. J'espère pouvoir revenir sur son étude.

L'isodypnopinacoline ε se présente en cristaux vitreux incolores, fondant à 139°,5. Tandis que l'isomère δ est en cristaux isolés plutôt tabulaires, l'isomère ε est le plus souvent en faisceaux cristallins; cet aspect permet de distinguer jusqu'à un certain point les deux espèces chimiques.

Les résultats de l'analyse et de la détermination cryoscopique sont les suivants :

			Calculé pour $C^{32}H^{26}O$
Substance. . .	0,4820	0,4981	
Eau.	0,2702	0,2792	
CO^2.	1,5778 0,0096	1,6357 0,0048	
H %	6,22	6,23	6,10
C %	89,82	89,82	90,14

Benzène 14^{gr},3336 Congélation 5°,61

Substance	0,2400	Congélation	5°,393	M.	387
	0,3683		5°,260		369
	0,4870		5°,160		377
	0,6326		5°,015		370

L'action du zinc-éthyle n'a donné que des huiles incristallisables. L'acide chlorhydrique acétique paraît exercer la même action que sur l'isomère β ; en tout cas, l'étude des produits présente les mêmes difficultés.

Au contraire, l'action du chlorure d'acétyle est bien caractéristique. Tandis que les autres isomères de la série sont sans action frappante sur ce réactif, que l'isomère δ peut même cristalliser de ce dissolvant après ébullition, celui-ci, au contact de l'isomère ε, se colore, à froid, en rouge vineux, puis peu à peu en vert émeraude, coloration qui persiste à chaud et qui est d'une grande intensité. Par refroidissement, il se dépose de magnifiques aiguilles jaunes fondant à 198° et altérables par la chaleur. Ce corps, recueilli sur un filtre et lavé à l'acide acétique, a donné à l'analyse le résultat suivant, qui paraît concorder avec la composition d'un biacétate :

		Calculé pour $C^{32}H^{24}O(C^2H^3O)^2$
Substance . . .	0,2060	
Eau	0,1072	
CO^2	0,6346 0,0029 0,0017	
C °/o	84,62	84,37
H °/o	5,78	5,86

Le liquide filtré a déposé instantanément (sous l'influence de l'acide acétique) des cristaux micacés blancs, fondant à 178°, dont la composition paraît être celle d'un monoacétate.

		Calculé pour $C^{32}H^{25}O(C^2H^3O)$
Substance . . .	0,2120	
Eau	0,1135	
CO^2	0.6668 0,0044 0,0032	
C °/o	86,76	87,18
H °/o	5,95	6,00

Je reviendrai plus tard sur l'étude de ces dérivés acétylés. J'ai cru observer que le produit de leur saponification par l'eau n'est pas identique à l'isodypnopinacoline ε.

Action de KOH *sur la dypnopinacoline* ε. — Le nouvel isomère résiste fortement à l'action des alcalis ; la potasse alcoolique à 30 °/o paraît être sans action sur lui, ou tout au moins ne le scinde qu'avec une extrême difficulté. On n'obtient la scission qu'avec de la potasse alcoolique très concentrée, à 200°, en tube scellé ; on retire de l'acide benzoïque et un produit fondant à 183°-185°, qui est probablement un hydrocarbure, mais les rendements sont mauvais, et le produit d'une purification difficile.

ISODYPNOPINACOLINE γ.

La séparation de cet isomère est une opération difficile ; pour y arriver au moyen des produits obtenus par précipitation des liquides mères de l'isomérisation au soleil, il faut avoir soin de les purifier par des lavages *répétés* à l'alcool froid, puis des cristallisations dans ce véhicule. On isole ensuite l'isomère γ en le faisant cristalliser par évaporation de sa solution éthérée ; on obtient ainsi d'énormes cristaux vitreux que l'on peut séparer mécaniquement. Le même procédé de séparation peut servir pour séparer les deux isomères γ et β, si ce dernier ne se trouve pas en proportion trop considérable.

Ce corps cristallise très bien de l'alcool, mais je ne sais s'il ne se transforme pas au sein de ce dissolvant. La cristallisation par évaporation de l'éther est la plus avantageuse. Il fond à 179°-180° ; c'est un simple isomère des dypnopinacolines précédemment décrites.

		Calculé pour $C^{32}H^{26}O$
Substance . . .	0,5015	
Eau	0,2808	
CO^2	1,6408 0,0102 0,0018	
H %.	6,22	6,10
C %.	89,92	90,14

Benzène 14gr,8646 Congélation 1°,508

Substance	0,2262	Congélation	1°,302	M. 370
	0,3760		1°,163	366
	0,5404		1°,026	377
	0,6746		0°,837	339
	0,8228		0°,713	348
	0,9770		0°,580	316

La solution alcoolique de l'isodypnopinacoline γ se transforme en β sous l'influence des rayons solaires. Pour l'action de l'acide chlorhydrique, il y aurait à répéter ce que j'ai dit au sujet de l'isomère β. Quant au zinc-éthyle, il donne des produits gommeux dont il ne m'a pas été possible de faire l'étude. La potasse à 1 % après ébullition de six à huit heures donne l'isomère ε. Dans d'autres conditions, que je ne suis pas parvenu à préciser, le même réactif paraît provoquer la formation d'un autre produit se présentant en belles aiguilles fondant à 172°.

Dans cette note, j'ai décrit quatre nouveaux isomères des dypnopinacolines et je suis arrivé au moyen de l'isomère β à une nouvelle synthèse du benzène. Le nombre des isomères que j'ai décrits s'élève donc à neuf. Dans une prochaine communication, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie l'étude d'isomères nouveaux, plus intéressants au point de vue du but que je poursuis. Cela fait, les grandes lignes de mon travail seront indiquées et je pourrai m'occuper de l'étude de l'une ou l'autre synthèse que je n'ai fait qu'ébaucher.

Université de Gand. Laboratoire de recherches.

ASTRONOMIE. — *Sur les solutions multiples du problème des comètes;* par Ern. Pasquier, professeur à l'Université de Louvain.

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

But de cette note. — Le problème que j'ai en vue a pour objet de déterminer, à l'aide de trois observations d'une comète et dans l'hypothèse d'une orbite parabolique, la distance correspondante à la deuxième observation.

La direction dans laquelle l'astre est vu étant connue, le problème, au point de vue astronomique, n'a qu'une solution, essentiellement positive. Il n'en est pas de même de l'équation qui est la traduction algébrique du problème et où la distance de l'astre à la terre est l'inconnue : l'équation est de degré supérieur et une discussion est d'abord nécessaire pour déterminer le nombre de racines positives dont est susceptible une certaine équation du sixième degré, qui doit elle-même comprendre, approximativement du moins, la vraie solution astronomique parmi ses racines positives. C'est cette discussion que je me propose de présenter d'une façon générale.

Une pareille discussion doit être considérée comme ayant une haute portée théorique et pratique. Théoriquement, si l'équation qui est la traduction algébrique d'un problème fournit plusieurs racines, il est indispensable de rechercher avec soin celle de ces racines qui constitue seule la solution du problème mis en équation; pratiquement, la recherche de l'orbite de la comète Cruls de 1882 par la méthode d'Olbers a fourni trois racines positives, et je n'oserais affirmer que les orbites calculées n'ont pas parfois été entachées d'erreurs, par suite de l'adoption, comme solution du problème astronomique, d'une racine étrangère.

Une fois toutes les racines positives de l'équation du sixième degré établies, on conserve comme la vraie solution celle de ces racines qui fournit la meilleure « représentation du lieu moyen ». On peut aussi, comme l'a remarqué M. N. Herz (*), élaguer les racines positives étrangères en résolvant le problème de deux manières : une première fois, on égale l'excentricité à l'unité; une deuxième fois, on ne fait aucune hypothèse sur cette excentricité. La racine positive qui est à peu près la même dans les deux cas, est naturellement la solution du problème astronomique.

Souvent la détermination de la distance de la comète à la terre lors de la deuxième observation peut être obtenue par la méthode d'Olbers : pour ce cas, la discussion des solutions multiples a été établie par Oppolzer dans un article (**) paru en 1882 dans les *Sitzungsberichte* de Vienne, et je n'ai rien à ajouter à la traduction que j'ai donnée de ce travail (***); certaines incorrections, signa-

---

(*) N. Herz, *Ueber die Möglichkeit einer mehrfachen Bahnbestimmung aus drei geocentrischen Beobachtungen*, dans les *Sitzungsberichte* de Vienne, t. LXXXVI, 1882, pp. 1125-1131.

(**) *Ueber die Kriterien des Vorhandenseins dreier Lösungen bei dem Kometenprobleme*, t. LXXXVI, pp. 885-892.

(***) *Traité de la détermination des orbites des comètes et des planètes*, Paris, Gauthier-Villars, 1886, pp. 314 à 316. On y trouve, pp. 317 et 318, la discussion relative à la comète Cruls (1882, II).

ées par M. Schulhof, de Paris, ont toutefois été rectifiées par Oppolzer lui-même (*).

En ce qui concerne les solutions multiples du problème lors de l'application de sa propre méthode, — méthode qui remplace (**) celle d'Olbers quand celle-ci n'est pas avantageuse, comme c'est le cas pour l'intéressante comète Denning (26 mars 1894) (***), — Oppolzer n'a fourni que des renseignements incomplets et inexacts (ᴵᵛ).

La note actuelle a pour objet de rectifier et de compléter ces renseignements; cependant les résultats ici établis sont généraux et s'appliquent également à la méthode d'Olbers et à celle d'Oppolzer.

Règle générale, les notations sont celles d'Oppolzer; elles sont supposées connues. La marche suivie est une généralisation de celle qu'Oppolzer a employée dans le cas particulier de la méthode d'Olbers.

Remarques. — 1. Les procédés mécaniques et graphiques sur lesquels MM. d'Ocagne et Radau ont particulièrement ramené l'attention pendant ces derniers temps, faciliteraient considérablement les calculs approchés que

---

(*) *Ouvrage cité,* pp 462 à 464. C'est uniquement là que se trouve la rectification.

(**) Cf. Weiss, *Ueber die Bestimmung von M bei Olber's Methode der Berechnung einer Kometenbahn, mit besonderer Rücksicht auf den Ausnahmefall,* dans les *Sitzungsberichte der Akademie zu Wien,* t. XCII, 1885, pp. 1456-1477.

(***) Voyez la note de M. Schulhof, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris,* t. CXVIII, 1894, pp. 732 et 733.

(ᴵᵛ) *Traité des orbites,* etc., ouvrage cité, p. 310 et note de la p. 476.

nous allons indiquer (*). L'abaque de l'équation du troisième degré et l'abaque de la trigonométrie sphérique seraient ici d'un précieux secours; c'est encore sur la construction d'un abaque qu'on pourrait faire reposer tout le paragraphe 2 qui suit et qui constitue la partie essentielle de ce travail.

2. Pour bien comprendre la marche suivie, il est nécessaire de noter qu'au point où l'on suppose arrivée la détermination de l'orbite cométaire, il n'est pas encore question de rechercher, d'une manière exacte, la valeur même de la distance de la comète à la terre lors de la deuxième observation; ce que l'on veut, c'est d'abord élaguer les racines étrangères et connaître une valeur approchée de celle qui convient au problème astronomique. Or, dans la question astronomique, on a approximativement $r_{\prime} + r_{\prime\prime\prime} = 2r_{\prime\prime}$, $\mu = 1$ et $\rho_{\prime\prime} = \rho_{\prime}$; du moins,

---

(*) Voyez à ce sujet :

D'OCAGNE, *La Nomographie,* Gauthier-Villars, 1891. (Ouvrage couronné par l'Institut de France.)

D'OCAGNE, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1894.

D'OCAGNE, *Abaque général de la trigonométrie sphérique,* dans le *Bulletin astronomique,* t. XI, 1894, pp. 5-16.

RADAU, *Sur la détermination des orbites,* dans le *Bulletin astronomique,* t. II, 1885, pp. 5 et suiv., pp. 63 et suiv.

RADAU, *Sur quelques applications des méthodes graphiques,* même *Bulletin,* t. III, 1886, pp. 62-65.

RADAU, *Sur le calcul approximatif d'une orbite parabolique,* même *Bulletin,* t. IV, 1887, pp. 409-422.

RADAU, *Remarques sur la résolution graphique des triangles sphériques,* même *Bulletin,* t. XI, 1894, pp. 54 et 55.

RADAU, *Remarques complémentaires sur la résolution graphique des triangles sphériques,* même *Bulletin,* même volume, pp. 172 et 173 il y a tout lieu de penser, les observations devant être suffisamment rapprochées pour la convergence des séries, que si l'on pose ces relations dans l'équation rigoureuse, l'équation du sixième degré à laquelle on est conduit ne cessera pas de contenir, parmi ses racines, celle qui convient au problème astronomique. C'est ainsi que se légitime, autant que la chose paraît possible, la substitution de l'équation du sixième degré à l'équation rigoureuse de degré supérieur.

La marche qui vient d'être indiquée est celle qui a été suivie par Oppolzer dans l'article paru en 1882 dans les *Sitzungsberichte* de Vienne et dont la traduction se trouve aux pages 314 et suivantes de l'édition française du *Lehrbuch;* pour se convaincre qu'il en est bien ainsi, il suffit de se reporter aux premières lignes de la page 314 de cet ouvrage et de comparer la deuxième équation (1) de cette page à l'équation (10) de la page 298 du même volume.

3. Bien que l'éminent astronome ne s'explique pas à ce sujet, on peut croire qu'en s'occupant des solutions multiples, il a eu simplement en vue le cas de la méthod d'Olbers; toutefois, comme nous le verrons ci-dessous, ses résultats conviennent aussi au cas du premier essai de la méthode qu'il a lui-même proposé de substituer à celle d'Olbers quand celle-ci n'est pas avantageuse. Mon but dans cette note, comme je l'ai dit immédiatement avant la remarque 1, est surtout de montrer comment on peut conduire les calculs de manière à obtenir des résultats applicables à la fois à la méthode d'Olbers et à celle d'Oppolzer.

Formule générale donnant $\rho_{\prime\prime\prime}$. — N'ayant en vue que la recherche des solutions multiples d'après le procédé d'Oppolzer, j'attribue à $\rho_{\prime\prime}$, conformément à la remarque 2 de tantôt, la valeur qui, rigoureusement, appartient à $\rho_{\prime}$; la distance de la comète à la terre lors de la deuxième observation doit ainsi satisfaire à l'équation que voici (*) :

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} & h^2\rho_{\prime\prime}^2 - 2\rho_{\prime\prime}\big[gh\cos\zeta\cos(\mathrm{G}-\mathrm{H}) - mh\{\cos\beta_{\prime\prime\prime}\cos\zeta\cos(\mathrm{H}-\lambda_{\prime\prime\prime}) + \sin\beta_{\prime\prime\prime}\sin\zeta\}\big] \\ & \qquad = s^2 - g^2 - m^2 + 2mg\cos\beta_{\prime\prime\prime}\cos(\mathrm{G}-\lambda_{\prime\prime\prime}). \end{aligned} \right.$$

Les seules inconnues qui entrent dans cette relation (1) sont $\rho_{\prime\prime}$, s et m. La quantité $\rho_{\prime\prime}$ est la distance géocentrique de la comète lors de la deuxième observation, s est la corde comprise entre la première et la troisième position de la comète et m est déterminé par la formule (**) :

$$(2)\quad m = 4\tau_{\prime}\tau_{\prime\prime}\sin\mathrm{J}\,\frac{\mathrm{R}_{\prime\prime}\sin(\mathrm{L}_{\prime\prime}-\Pi)}{\mathrm{D}}\left\{\frac{1}{(r_{\prime}+r_{\prime\prime\prime})^3} - \frac{1}{(\mathrm{R}_{\prime}+\mathrm{R}_{\prime\prime\prime})^3}\right\},$$

relation où $r_{\prime}$ et $r_{\prime\prime\prime}$, distances de la comète au soleil lors de la première et de la troisième observation, sont les seules inconnues. Les autres quantités qui interviennent dans les formules (1) et (2) sont fournies par les observations ou par les éphémérides (c'est le cas de $\tau_{\prime}$, $\tau_{\prime\prime\prime}$, $\mathrm{L}_{\prime\prime}$, $\mathrm{R}_{\prime}$, $\mathrm{R}_{\prime\prime}$, $\mathrm{R}_{\prime\prime\prime}$), ou bien elles dépendent à la fois des observations et du grand cercle dont on fait choix pour trouver m (c'est le cas de $\sin\mathrm{J}$, D, Π). La quantité D a pour valeur $\sin(\lambda_{\prime\prime\prime}-\mathrm{H})\cos\beta_{\prime\prime\prime}\sin\mathrm{J} - \sin\beta_{\prime\prime\prime}\cos\mathrm{J}$; dans la méthode adoptée par hypothèse (celle d'Olbers ou celle d'Oppolzer,

---

(*) Cf. Oppolzer-Pasquier, *ouvrage cité*, p. 310, formule 3.

(**) Cf. *ouvrage cité*, p. 288, formule 11 *b*.

suivant le cas), D n'est jamais nul ou voisin de zéro; $\tau_{'}\,\tau_{''}$: D est donc toujours du même ordre de grandeur que les τ.

Nombre ordinaire de solutions positives dans le cas du premier essai de la méthode d'Oppolzer. — Les quantités qui entrent dans (1) et dans (2) ont la même signification dans le procédé d'Olbers et dans celui d'Oppolzer; toutefois, au point de vue qui nous occupe, il existe à leur sujet des différences essentielles. C'est ainsi que, dans la méthode d'Olbers, on a toujours, dans tous les essais, $m = 0$, parce qu'on prend $\Pi = L_{'''}$: lors de la méthode d'Olbers, l'équation (1) se simplifie donc et devient :

$$(1'). \quad \ldots \quad h^2\rho_{''}^2 - 2gh\rho_{''}\cos\varphi = s^2 - g^2.$$

Dans la méthode d'Oppolzer, m est égal aussi à zéro, mais c'est seulement dans le premier essai et quand on ne connaît *a priori* aucune valeur approchée de la distance de la comète au soleil : dans ce cas, on fait, en effet, lors du premier essai, dans la méthode d'Oppolzer comme dans la méthode d'Olbers, $r_{'} + r_{'''} = R_{'} + R_{'''}$. Par suite, la discussion des solutions multiples, donnée à l'occasion de la méthode d'Olbers (*), s'applique au premier essai de la méthode d'Oppolzer : en d'autres termes, lors du premier essai, cette dernière méthode peut fournir, comme celle d'Olbers, une ou trois valeurs positives de $\rho_{''}$ (**).

(*) *Ouvrage cité,* pp. 314 à 318 et pp. 462 à 464.

(**) Ce résultat est contraire à ce qui a été dit en note, pp. 476 et 477 de l'ouvrage cité.

Équation en x *dans le cas de* m *différent de zéro.* — Si, en faisant $r_{,} + r_{,,,} = R_{,} + R_{,,,}$, on était arrivé à une approximation suffisante, il n'y aurait — nous venons de le voir — rien à ajouter, lors de l'application de la méthode d'Oppolzer, à la discussion que l'éminent astronome viennois a consacrée aux solutions multiples, dans le cas de la méthode d'Olbers.

Quand le premier essai, où l'on a pris $r_{,} + r_{,,,} = R_{,} + R_{,,,}$, n'a pas fourni une approximation satisfaisante, ou quand, dès le premier essai, on a des raisons d'adopter, pour $r_{,} + r_{,,,}$, une valeur différente de $R_{,} + R_{,,,}$, la discussion à laquelle je viens de faire allusion n'est plus suffisante et il faut la compléter par les considérations que voici et qui constituent la partie essentielle de cette note.

En résolvant l'équation générale (1) par rapport à $\rho_{,,}$, on trouve :

$$\rho_{,,} = \frac{g}{h}\cos\varphi - \frac{m}{h}\{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H - \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}$$

$$\pm \frac{1}{h}\sqrt{s^2 - g^2\sin^2\varphi - m^2[1 - \{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H - \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}^2] \atop - 2mg[-\cos\beta_{,,,}\cos(G - \lambda_{,,,}) + \cos\varphi\{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H - \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}]}$$

ou

$$(3). \quad \rho_{,,} = \frac{g}{h}\cos\varphi + A_1\frac{g}{h} \pm \frac{1}{h}\sqrt{s^2 - g^2\sin^2\varphi - A_2 g^2}$$

en posant

$$(4) \quad A_1 g = - m\{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H \quad \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}$$

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} A_2 g^2 = m^2[1 - \{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H - \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}^2] \\ + 2mg[-\cos\beta_{,,,}\cos(G - \lambda_{,,,}) + \cos\varphi\{\cos\beta_{,,,}\cos\zeta\cos(H - \lambda_{,,,}) + \sin\beta_{,,,}\sin\zeta\}]. \end{array} \right.$$

Les quantités $\cos\zeta$, $\sin\varphi$, g et h sont toujours prises positivement; g est d'ailleurs à peu près égal à $\frac{\tau_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}}$ (*). Au contraire, A_1, A_2 et $\cos\varphi$ peuvent être positifs ou négatifs. Toutefois, si l'on remplace dans (4) et (5) m par sa valeur (2) et g par $\frac{\tau_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}}$ et si l'on note que dans (2) la quantité entre accolades est toujours petite, tandis que D n'est jamais très petit ou nul, on constate que A_1 et A_2 peuvent eux-mêmes être généralement (**) considérés comme de petites quantités, déterminées dans chaque essai et dont la valeur dépend de celle de m et par conséquent de l'hypothèse faite sur $r_{\prime} + r_{\prime\prime\prime}$.

Remarquons maintenant que dans la méthode d'Oppolzer, comme dans celle d'Olbers et pour le même motif, on peut poser approximativement :

$$(6). \quad . \quad . \quad . \quad s^2 = \frac{2q^2 R_{\prime\prime}^2}{\sqrt{(\rho_{\prime\prime} - R_{\prime\prime}\cos\psi_{\prime\prime})^2 + R_{\prime\prime}^2\sin^2\psi_{\prime\prime}}}.$$

Par conséquent, au lieu de l'équation (3), on peut écrire :

$$(7) \quad \rho_{\prime\prime} = \frac{g}{h}\cos\varphi + A_1\frac{g}{h} \pm \frac{g}{h}\sqrt{\frac{2R_{\prime\prime}^2}{\sqrt{(\rho_{\prime\prime} - R_{\prime\prime}\cos\psi_{\prime\prime})^2 + R_{\prime\prime}^2\sin^2\psi_{\prime\prime}}} - \sin^2\varphi - A_2}.$$

Comme dans la méthode d'Olbers, posons :

$$(8). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \left\{\begin{aligned} x &= \frac{\rho_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}} \\ \alpha &= R_{\prime\prime}\frac{h}{g} \end{aligned}\right.$$

(*) Cf. *ouvrage cité,* valeur de *g*, p. 314.

(**) Si cette assertion était contestée, les résultats qui suivent n'en subsisteraient pas moins : il suffirait, au § 2 ci-dessous, de ne pas considérer certains cas comme fréquents et d'autres comme rares.

et par suite

$$(9) \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} \alpha x = \rho_{,,} \dfrac{h}{g} \\ \rho_{,,} = \mathrm{R}_{,,} x \end{array} \right.$$

On en conclut, au lieu de (7) :

$$\alpha x = \cos\varphi + \mathrm{A}_1 \pm \sqrt{\frac{2\mathrm{R}_{,,}^2}{\sqrt{\rho_{,,}^2 + \mathrm{R}_{,,}^2 - 2\rho_{,,}\mathrm{R}_{,,}\cos\psi_{,,}}} - \sin^2\varphi - \mathrm{A}_2},$$

ou

$$[(\alpha x - \cos\varphi - \mathrm{A}_1)^2 + \sin^2\varphi + \mathrm{A}_2]^2 = \frac{4\mathrm{R}_{,,}^4}{\mathrm{R}_{,,}^2(x^2 - 2x\cos\psi_{,,} + 1)},$$

ou

$$(10)\ [(\alpha x - \cos\varphi - \mathrm{A}_1)^2 + \sin^2\varphi + \mathrm{A}_2]^2 (x^2 - 2x\cos\psi_{,,} + 1) = 4\mathrm{R}_{,,}^2.$$

Dans cette équation (10), qui est à résoudre par rapport à x dans chaque essai, les angles φ, $\psi_{,,}$ et la distance $\mathrm{R}_{,,}$ sont fournis par les observations et ne varient pas d'un essai à l'autre ; quant aux quantités A_1 et A_2, — nous le savons, — elles dépendent de l'essai, mais elles sont déterminées par la valeur attribuée à $r_{,} + r_{,,,}$ dès le commencement de l'essai.

Lorsque A_1 et A_2 sont nuls quel que soit l'essai, — ce qui arrive dans la méthode d'Olbers, — l'équation (10) se simplifie et devient l'équation (5), page 314 de l'ouvrage cité.

Une fois l'équation (10) établie, je puis lui appliquer une discussion analogue à celle dont cette équation simplifiée a été l'objet de la part d'Oppolzer lui-même (*).

(*) *Ouvrage cité*, pp. 315 et suiv.

§ 2. — DISCUSSION RELATIVE A L'ÉQUATION (10). CRITERIUMS CONCERNANT LES SOLUTIONS MULTIPLES.

Représentation graphique facilitant la recherche du nombre de racines positives de l'équation (10). — Comme $\rho_{\prime\prime}$ est essentiellement positif, il n'y a que les racines positives de l'équation (10) qui puissent fournir des solutions du problème astronomique : la discussion qui suit a pour objet exclusif de rechercher le nombre de racines positives de cette équation (10).

A cet effet, posons :

$$(11)\quad y = [(\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2]^2 (x^2 - 2x\cos\psi_{\prime\prime} + 1)$$

$$(12)\ldots\ldots\ldots\quad Y = 4R_{\prime\prime}^2$$

et considérons dans un plan un axe des x et un axe des y ou des Y. Dans ce système d'axes, l'équation (12) représente évidemment une droite, parallèle à l'axe des x, toujours située au-dessus de cet axe, puisque $4R_{\prime\prime}^2$ est nécessairement positif. Si l'on prend la distance moyenne de la terre au soleil comme unité, $R_{\prime\prime}$ est à très peu près égal à l'unité, de sorte que la droite $Y = 4R_{\prime\prime}^2$ est à très peu près à la distance 4 de l'axe des x.

Cherchons maintenant l'allure de la courbe définie par l'équation (11).

A ce propos, notons que, quels que soient le signe de A_1 et celui de A_2 et quelle que soit la valeur réelle (positive ou négative), attribuée à x, la valeur de y, définie par l'équation (11), est toujours positive : en vertu de (11), y est, en effet, un produit de deux facteurs dont l'un est un carré et dont l'autre est la somme de deux carrés, $(x - \cos\psi_{''})^2$ et $\sin^2\psi_{''}$. Ainsi, dans le cas général, comme dans le cas particulier de la méthode d'Olbers (le seul examiné par Oppolzer), la courbe représentée par l'équation (11) est tout entière au-dessus de l'axe des x. La solution du problème astronomique est d'ailleurs — nous le savons — comprise parmi les valeurs positives de x qui correspondent aux points d'intersection de cette courbe et de la droite $Y = 4R_{''}^2$.

Notons encore que pour $x = 0$, y prend une valeur que nous appellerons y_0 et que l'on détermine en faisant $x = 0$ dans l'équation (11). On trouve

$$(13)\quad \ldots \quad y_0 = (1 + A_2 + A_1^2 + 2A_1 \cos\varphi)^2.$$

Cette quantité est positive, plus petite que 4 dans la grande généralité des cas.

Pour $x = \pm\infty$, y est toujours égal à $+\infty$, de sorte que, dans le cas général comme dans le cas particulier de la méthode d'Olbers, la courbe représentative de l'équation (11) s'étend à l'infini, au-dessus de l'axe des x, de part et d'autre de l'axe des y.

Afin de nous faire une idée plus nette de l'allure de cette courbe, cherchons-en les maxima et les minima. On les trouve en posant $\frac{dy}{dx} = 0$, ce qui revient à dire que les valeurs de x auxquelles correspondent les maxima et les minima de la courbe (11) sont données par la relation :

$$(14)\left\{\begin{aligned}&[(\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2]\, 2(\alpha x - \cos\varphi - A_1)\, \alpha(x^2 - 2x\cos\psi_{''} + 1)\\ &\qquad + [(\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2]^2 (x - \cos\psi_{''}) = 0.\end{aligned}\right.$$

Cette équation (14) se décompose en deux, savoir :

$$(15)\ldots\quad (\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2 = 0$$

et

$$(16)\left\{\begin{aligned} &2(\alpha x - \cos\varphi - A_1)\,\alpha(x^2 - 2x\cos\psi_{\prime\prime} + 1)\\ &+ [(\alpha x - \cos\varphi - A_1)^2 + \sin^2\varphi + A_2](x - \cos\psi_{\prime\prime}) = 0.\end{aligned}\right.$$

En général, les valeurs de x qui satisfont à (14) ne rendent pas $\frac{d^2y}{dx^2}$ égal à zéro, de sorte que les valeurs de x qui satisfont, soit à l'équation (15), soit à l'équation (16), correspondent bien, en général, à des maxima ou à des minima de la courbe représentée par l'équation (11) ; le cas spécial de $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$ pourrait avoir pour résultat de réduire le nombre de solutions multiples que je vais déterminer.

Nombre de solutions, impair ou pair, suivant que y_0 *est* $\lesseqgtr 4R_{\prime\prime}^2$. — Sans construire aucune courbe, on peut d'abord aisément voir que le nombre de solutions multiples ou, si l'on veut, le nombre de points d'intersection, dans le premier quadrant, de la courbe (11) et de la droite $Y = 4R_{\prime\prime}^2$, est nécessairement impair ou pair, suivant que $y_0 \lesseqgtr 4R_{\prime\prime}^2$. Quand $y_0 < 4R_{\prime\prime}^2$, la courbe commence, en effet, par être, dans le premier quadrant, au-dessous de la droite $Y = 4R_{\prime\prime}^2$; au contraire, quand $y_0 > 4R_{\prime\prime}^2$, la courbe commence par être, dans le premier quadrant, au-dessus de la même droite. En tous cas, pour $x = +\infty$, $y = +\infty$; donc la courbe finit toujours par être au-dessus de la droite $Y = 4R_{\prime\prime}^2$. Par suite, dans le premier cas, c'est-à-dire quand $y_0 < 4R_{\prime\prime}^2$, le nombre de points d'intersection de la courbe et de la droite est impair (5 au maximum); il est pair (6 au maximum) dans le second cas. Mais examinons de plus près les criteriums relatifs au nombre de racines positives de l'équation (10), suivant que y_0 est $\lesseqqgtr 4R_m^2$.

Criteriums relatifs aux solutions multiples. — 1° *Cas de* $y_0 < 4R_m^2$ (c'est le cas le plus fréquent). — On constate aisément, en construisant les courbes, que si les racines de (15) sont imaginaires, l'équation (10) a presque toujours une seule racine positive ; toutefois l'équation (10) aurait trois racines positives si, les racines de (15) étant imaginaires, l'équation (16) avait trois racines réelles, dont deux au moins positives, et si, y_2 étant la valeur de y correspondant à la plus petite de ces deux racines positives et y_3 celle qui correspond à la plus grande, on avait à la fois

$$y_2 > 4R_m^2 \qquad \text{et} \qquad y_3 < 4R_m^2.$$

C'est dans ce cas que rentre le cas particulier de $A_2 = 0$ et $y_0 = 1$, applicable à la méthode d'Olbers. Les racines de (15) sont alors imaginaires et (10) ne peut avoir qu'une ou trois racines positives : on retrouve un résultat connu, le seul donné par Oppolzer.

C'est aussi le cas du premier essai de la méthode d'Oppolzer, et pour les autres essais, ce sera encore généralement ce cas qui se présentera.

Toutefois, pour les essais de la méthode d'Oppolzer, autres que le premier, l'équation (10) peut, dans certains cas rares, avoir cinq racines positives : il faut pour cela que les cinq racines de (15) et de (16) soient réelles, que quatre au moins de ces racines soient positives et que les deux maxima de (10) soient $> 4R_m^2$ et les trois minima $< 4R_m^2$. Dans tous les autres cas, il n'y aura qu'une ou trois racines positives. Il serait facile de distinguer quand la question aura une solution et quand elle en aura trois : c'est un détail sur lequel je crois inutile d'insister.

En résumé, dans le cas le plus fréquent de $y_0 < 4R_m^2$, on a, dans la méthode d'Oppolzer, une ou trois solutions, rarement cinq; en tous cas, le nombre de solutions est toujours impair.

2° *Cas de* $y_0 > 4R_m^2$. — Le nombre de solutions est alors pair, nous l'avons montré ci-dessus : il y a zéro (*), deux, quatre, quelquefois six solutions.

Si les racines de (15) sont imaginaires, cas le plus ordinaire, il existe zéro (*), deux ou quatre solutions : pour qu'il y ait quatre solutions, il faut que (16) ait trois racines réelles positives, que les deux minima de (10) soient $< 4R_m^2$ et le maximum $> 4R_m^2$.

Si les racines de (15) sont réelles, il y a zéro (*), deux, quatre ou six solutions. Pour qu'il y ait six solutions, il faut que les cinq racines de (15) et de (16) soient positives et que les deux maxima de (10) soient $> 4R_m^2$ et les trois minima $< 4R_m^2$. Dans tous les autres cas, il y aura deux ou quatre solutions. Je crois inutile de préciser quand la question aura deux solutions et quand elle en aura quatre : la représentation graphique le montre immédiatement.

(*) Nous maintenons le cas de zéro solution, bien que le problème astronomique ait nécessairement une solution : c'est que la mise du problème en équation se fonde sur l'hypothèse parabolique, qui peut s'écarter sensiblement de la vérité.

3° *Cas de* $y_0 = 4R_m^2$. — Si, pour $x = \varepsilon$, où ε est une petite quantité positive, y est $< 4R_m^2$, ce cas rentre complètement dans celui de $y_0 < 4R_m^2$. Si y est $> 4R_m^2$ pour une petite valeur positive attribuée à x, le cas de $y_0 = 4R_m^2$ rentre dans celui de $y_0 > 4R_m^2$. Toutefois on n'oubliera pas que pour ce cas de $y_0 = 4R_m^2$, on ne peut jamais, dans l'hypothèse actuelle de $y > 4R_m^2$ pour une petite valeur positive attribuée à x, avoir plus de quatre solutions : dans ce cas, l'équation (10) possède, en effet, une racine négative et une racine nulle, qui sont l'une et l'autre inadmissibles comme solutions du problème astronomique.

Je réserve à une communication ultérieure l'examen des criteriums permettant de déterminer le signe avec lequel il faut prendre le radical de l'expression (5).

Louvain, 3 août 1894.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 6 juillet 1896.

M. le comte Goblet d'Alviella, *vice-directeur*, occupe le fauteuil.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Wauters, P. Willems, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, J. Stecher, T.-J. Lamy, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Vanderkindere, F. Vander Haeghen, Ad. Prins, J. Vuylsteke, Ém. Banning, le baron J. de Chestret de Haneffe, P. Fredericq, H. Denis, G. Monchamp, *membres ;* Alphonse Rivier, J.-C. Vollgraff, *associés;* Paul Thomas, Ern. Discailles, V. Brants, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

MM. Th. Reinach et James Bryce remercient pour leur diplôme d'associé de l'Académie.

— Le comité organisateur de la vingt-troisième session du Congrès de littérature néerlandaise, qui se tiendra à Anvers du 23 au 26 août prochain, exprime le désir d'y voir représenter l'Académie par un délégué. — M. Aug. Snieders est désigné pour cette mission.

— Hommage d'ouvrages :

1° *Cartulaires des comtes de Hainaut, de l'avènement de Guillaume II à la mort de Jacqueline de Bavière (1337 à 1436)*, tome VI et dernier, en deux parties, édité par Léopold Devillers, pour la Commission royale d'histoire (présenté par M. Alph. Wauters, avec une note qui figure ci-après) ;

2° *Université de Gand. — Recueil de travaux publiés par la Faculté de philosophie et lettres*, 17^e^ fascicule. — *Anecdota bruxellensia, III. Le « Codex Schottanus ». Des extraits « de Legationibus »;* par Charles Justice (présenté par M. P. Thomas, avec une note qui figure ci-après) ;

3° *Étude statistique et critique sur le mouvement de la population de Roubaix* (1469-1744-1893) ; par le Dr Alexandre Faidherbe ;

4° *Auguste Castan, sa vie, son œuvre* (1833-1892) ; par Léonce Pingaud (présenté par M. Marchal) ;

5° *Edmond Picard*; par Valère Gille ;

6° *Inventaire analytique des archives de la ville de Mons*, tome III ; par Léopold Devillers ;

7° *De la mesure des mots et de l'intensité de l'accent tonique en anglais ;* par Roger de Goeij ;

8° *Quelques considérations sur la démographie comparée des arrondissements belges, en 1873-1893 ;* par le Dr E. Janssens.

— Remerciements.

CONCOURS POUR LES ANNÉES 1897, 1898 et 1899 ET PRIX PERPÉTUELS.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR L'ANNÉE 1897.

PREMIÈRE QUESTION.

On demande une étude critique sur les sources de l'histoire du pays de Liége pendant le moyen âge.

DEUXIÈME QUESTION.

On demande une étude, d'après les découvertes des dernières années, sur les croyances et les cultes de l'île de Crète dans l'antiquité.

TROISIÈME QUESTION.

Étudier le STYLE *de Tertullien, en examinant surtout si ce style est le produit d'une improvisation hâtive ou d'une élaboration raffinée.*

QUATRIÈME QUESTION.

Établir la méthode de la psychologie humaine eu égard à l'état actuel de cette science.

CINQUIÈME QUESTION.

Quel est le fondement du droit de propriété individuelle? La suppression de ce droit serait-elle compatible avec l'existence d'un État régulièrement organisé et avec le développement de la richesse publique?

L'auteur analysera et discutera les principales théories socialistes et collectivistes modernes.

SIXIÈME QUESTION.

Exposer les théories de la colonisation au XIX^e siècle et étudier le rôle de l'État dans le développement des colonies.

La valeur des médailles d'or présentées comme prix sera de *huit cents francs* pour les deux premières questions et de *six cents francs* pour les quatre autres.

Les mémoires seront écrits lisiblement et rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils seront adressés, francs de port, avant le **1^{er} novembre 1896,** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR L'ANNÉE 1898.

PREMIÈRE QUESTION.

Quelle a été, en Flandre, avant l'avènement de la maison de Bourgogne, l'influence politique des grandes villes, et de quelle manière s'est-elle exercée?

DEUXIÈME QUESTION.

Faire l'histoire de la littérature française en Belgique, de 1815 à 1830.

TROISIÈME QUESTION.

On demande une étude critique sur les Vies *de saints de l'époque carlovingienne (depuis Pepin le Bref jusqu'à la fin du* X^e^ *siècle).*

L'auteur ne s'attachera qu'aux *Vies* présentant un intérêt historique.

QUATRIÈME QUESTION.

On demande une étude sur les divers systèmes pénitentiaires modernes considérés au point de vue de la théorie pénale et des résultats obtenus.

CINQUIÈME QUESTION.

Faire une édition critique des fragments des ouvrages en prose de Varron cités textuellement ou avec le nom de l'auteur par les écrivains anciens.

SIXIÈME QUESTION.

Faire l'histoire de l'assistance publique dans les campagnes en Belgique, jusqu'à nos jours.

La valeur des médailles d'or présentées comme prix sera de *huit cents francs* pour chacune des quatre premières questions; elle sera de *six cents francs* pour la cinquième et pour la sixième.

Les mémoires seront écrits lisiblement et rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils seront adressés, francs de port, avant le **1er novembre 1897** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR L'ANNÉE 1899.

PREMIÈRE QUESTION.

Faire l'histoire du style périodique français avant Guez de Balzac.

DEUXIÈME QUESTION.

Apprécier le mérite littéraire des principaux rhétoriciens néerlandais du XV^{e} et du XVI^{e} siècle, notamment Jan Van Hulst, Anthonis de Roovere, Cornelis Everaert, Matthijs de Casteleyn, Édouard de Dene et Jean-Baptiste Houwaert.

TROISIÈME QUESTION.

Déterminer, d'après la doctrine et les traités, le régime en temps de paix et en temps de guerre, de l'État neutre à titre permanent. Les conséquences de la violation du territoire neutre seront l'objet d'une attention particulière. Les concurrents appuieront leurs déductions d'exemples empruntés à l'histoire des États neutres et étudieront également les antécédents de la neutralité belge.

QUATRIÈME QUESTION.

Faire l'histoire des différents conseils d'amirauté qui ont existé dans les provinces néerlandaises avant leur séparation, et dans les Pays-Bas espagnols et autrichiens postérieurement à cette époque.

CINQUIÈME QUESTION.

Exposer la doctrine de la personnalité civile dans le droit ancien et le droit moderne. Rechercher les applications de cette doctrine à l'état social actuel, et l'organisation qui devrait y correspondre.

SIXIÈME QUESTION.

Faire, d'après les sources, l'histoire et la description du sanctuaire d'Esculape, à Épidaure, en insistant spécialement sur le théâtre de Polyclète.

SEPTIÈME QUESTION.

Faire l'histoire des colonies belges établies en Angleterre (Britannia) au témoignage de César et de Tacite.

Les auteurs chercheront à établir l'époque probable de la fondation de ces colonies. Ils donneront un aperçu des mœurs et des usages des colons d'après les découvertes archéologiques (mobiliers des tombeaux, etc.) ; ils tâcheront d'établir par l'étude des noms géographiques quelles sont les cités (peuples et villes) ayant une origine belge ; ils donneront, par l'étude des auteurs classiques et de la numismatique, l'énumération des rois ou chefs belges de l'Angleterre ancienne, et autant que possible l'histoire de ces chefs.

Le travail comprendra le récit de la conquête de la Bretagne sous l'empereur Claude.

La valeur des médailles présentées comme prix sera de *huit cents francs* pour chacune de ces questions.

Les mémoires seront écrits lisiblement et rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils seront adressés, francs de port, avant le **1er novembre 1898,** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

CONDITIONS RÉGLEMENTAIRES COMMUNES AUX CONCOURS ANNUELS DE LA CLASSE.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations; elle demande, à cet effet, que les auteurs indiquent les éditions et les pages des livres qu'ils citent.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage; ils y inscriront seulement une devise, qu'ils reproduiront sur un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute par eux de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé. L'emploi d'un pseudonyme exclut les auteurs du concours.

Les ouvrages remis après le terme prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître, de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que les mémoires soumis à son jugement sont et restent déposés dans ses archives. Toutefois, les auteurs peuvent en faire prendre des copies, à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au Secrétaire perpétuel.

PRIX PERPÉTUELS.

Prix de Stassart.

Notice sur un Belge célèbre.

(Huitième période : 1893-1898.)

La Classe des lettres offre, pour cette huitième période, un prix de *six cents francs* à l'auteur de la meilleure notice, écrite en français, en flamand ou en latin, consacrée à la vie et aux travaux de *Nicolas Cleynaerts*, dit *Clenardus*, grammairien, orientaliste et voyageur, né à Diest en 1495, mort à Grenade en 1542.

Les manuscrits seront adressés, francs de port, avant le **1er novembre 1897,** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Les concurrents devront se conformer aux conditions réglementaires ci-dessus des concours de la Classe.

Prix de Stassart.

Histoire nationale.

(Septième période : 1895-1900.)

La Classe des lettres offre, pour la septième période de ce concours, un prix de *trois mille francs* à l'auteur du meilleur travail, rédigé en français, en flamand ou en latin, en réponse à la question suivante :

Faire l'histoire des origines et des développements des béguinages dans les anciens Pays-Bas jusqu'à nos jours.

Les manuscrits seront adressés, francs de port, avant le **1er novembre 1899,** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies.

Les concurrents se conformeront aux conditions réglementaires ci-dessus des concours de la Classe.

PRIX DE SAINT-GENOIS.

HISTOIRE OU LITTÉRATURE EN LANGUE FLAMANDE.

(Troisième période : 1888-1897.)

La Classe des lettres offre, pour la troisième période de ce concours, un prix de *mille francs* à l'auteur du meilleur travail, rédigé en flamand, en réponse à la question suivante :

Caractériser l'influence exercée par la Pléiade française sur les poètes néerlandais du XVIe et du XVIIe siècle.

Les manuscrits seront adressés, francs de port, avant le **1er novembre 1896,** à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Les concurrents se conformeront aux conditions réglementaires ci-dessus des concours de la Classe.

PRIX TEIRLINCK.

LITTÉRATURE FLAMANDE.

(Quatrième période : 1892-1896.)

Un prix de *mille francs* sera accordé au meilleur ouvrage en réponse à la question suivante :

Faire l'histoire de la prose flamande avant l'influence bourguignonne, c'est-à-dire jusqu'à l'époque de la réunion de nos provinces sous Philippe de Bourgogne, vers 1430.

Le délai pour la remise des manuscrits, qui peuvent être rédigés en français, en flamand ou en latin, est prorogé jusqu'au **1er novembre 1898.** Ils seront adressés, francs de port, à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Les concurrents se conformeront aux conditions réglementaires ci-dessus des concours de la Classe.

PRIX ANTON BERGMANN.

(Seconde période : 1887-1897.)

Le prix pour cette période est réservé à la meilleure histoire, écrite en néerlandais, d'une ville ou d'une commune appartenant à la *province de Brabant* (l'arrondissement de Nivelles excepté), et comptant au moins 5,000 habitants.

Le prix à décerner est de *trois mille francs.*

Le délai pour la remise des travaux expirera le **31 janvier 1897.**

Les livres imprimés sont admis au même titre que les manuscrits ; ceux-ci pourront être ou signés ou anonymes. Dans ce dernier cas, l'auteur devra joindre à son travail un billet cacheté renfermant son nom et son adresse. L'emploi d'un pseudonyme exclut l'auteur du concours.

Les œuvres historiques sont comprises dans les avantages de la fondation, qu'elles aient pour auteurs des étrangers ou des Belges, pourvu qu'elles soient écrites en néerlandais et éditées en Belgique ou dans les Pays-Bas.

PRIX JOSEPH DE KEYN.

Neuvième concours.

(Première période : 1895-1896.)

Enseignement primaire.

La première période du neuvième concours annuel pour les prix Joseph De Keyn sera close le 31 décembre 1896. Tout ce qui a rapport à ce concours doit être adressé, avant le **1er janvier 1897**, à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Cette période, consacrée à l'enseignement du premier degré, comprend les ouvrages d'instruction ou d'éducation primaires.

Une somme de *trois mille francs* pourra être répartie entre les auteurs des ouvrages couronnés.

Peuvent prendre part au concours les œuvres inédites et les ouvrages de classe ou de lecture qui auront été publiés du 1er janvier 1895 au 31 décembre 1896.

(Deuxième période : 1896-1897.)

Enseignement moyen et art industriel.

La deuxième période du neuvième concours annuel pour les prix Joseph De Keyn sera close le 31 décembre 1897.

Tout ce qui a rapport à ce concours doit être adressé, avant le **1er janvier 1898**, à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Cette période, consacrée à l'enseignement du second degré, comprend les ouvrages d'instruction ou d'éducation moyennes, y compris l'art industriel.

Une somme de *trois mille francs* pourra être répartie entre les auteurs des ouvrages couronnés.

Peuvent prendre part au concours les œuvres inédites et les ouvrages de classe ou de lecture qui auront été publiés du 1er janvier 1896 au 31 décembre 1897.

—

Ne seront admis aux concours que des écrivains belges, et des ouvrages conçus dans un esprit exclusivement laïque et étrangers aux matières religieuses. Les ouvrages pourront être écrits en français ou en flamand, imprimés ou manuscrits. Les imprimés seront admis, quel que soit le pays où ils auront paru. Les manuscrits pourront être envoyés signés ou anonymes; dans ce dernier cas, ils devront être accompagnés d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur et son domicile. Les manuscrits demeurent la propriété de l'Académie, mais les auteurs peuvent en faire prendre copie, à leurs frais. Tout manuscrit qui sera couronné devra être imprimé pendant l'année courante, et le prix ne sera délivré à l'auteur qu'après la publication de son ouvrage.

Prix Castiau.

(Sixième période : 1896-1898.)

La sixième période de ce concours sera close le 31 décembre 1898.

Le prix, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné à l'auteur du meilleur travail :

Sur les moyens d'améliorer la condition morale, intellectuelle et physique des classes laborieuses et des classes pauvres.

Tout ce qui concerne ce concours sera adressé, avant le **1er janvier 1899,** à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie, au palais des Académies, à Bruxelles.

Ne seront admis à concourir que les écrivains belges. Seront seuls examinés les ouvrages soumis directement par les auteurs. Ces ouvrages pourront être rédigés en français ou en flamand. Les manuscrits seront reçus comme les imprimés. S'ils sont anonymes, ils porteront une devise qui sera répétée sur un billet cacheté, contenant le nom et l'adresse de l'auteur.

Si l'ouvrage couronné est inédit, il sera publié dans l'année; dans ce cas, le prix ne sera délivré au lauréat qu'après la publication de son travail.

Les manuscrits deviennent la propriété de l'Académie; toutefois les auteurs peuvent en faire prendre copie, à leurs frais.

PRIX JOSEPH GANTRELLE.

PHILOLOGIE CLASSIQUE.

(Troisième période : 1895-1896.)

PREMIÈRE QUESTION.

Préparer une édition critique des « Vies des douze Césars », par Suétone.

DEUXIÈME QUESTION.

Étude sur l'art oratoire, la langue et le style d'Hypéride.

(Quatrième période : 1897-1898.)

Étude sur l'organisation de l'industrie privée et des travaux publics dans la Grèce ancienne, au point de vue juridique, économique et social.

Un prix de *trois mille francs* est attribué à la solution de chacune de ces questions.

Ne seront admis à concourir que des auteurs belges ; les membres et les correspondants de l'Académie sont exclus du concours.

Le délai pour la remise des manuscrits expirera : pour la troisième période, le **31 décembre 1896** ; et pour la quatrième période, le **31 décembre 1898**.

Les mémoires seront rédigés en français, en flamand ou en latin.

Ils seront adressés, francs de port, à M. le Secrétaire perpétuel, au palais des Académies, à Bruxelles.

Les concurrents se conformeront aux conditions réglementaires ci-dessus des concours annuels de la Classe.

PRIX ÉMILE DE LAVELEYE

ÉCONOMIE POLITIQUE ET SCIENCE SOCIALE.

Ce prix, fondé en vue d'honorer la mémoire d'Émile de Laveleye, consiste en une somme de *2,400 francs* au moins. Il sera décerné tous les six ans par la Classe des lettres de l'Académie royale de Belgique au savant, belge ou étranger, vivant au moment de l'expiration de la période de concours, dont l'ensemble des travaux sera considéré, par le jury, comme ayant fait faire des progrès importants à l'économie politique et à la science sociale, y compris la science financière, le droit international et le droit public, la politique générale ou nationale.

La première période expirera le **1er janvier 1901**.

PRIJSKAMPEN VOOR 1897, 1898 EN 1899 EN BESTENDIGE PRIJSKAMPEN.

PROGRAMMA DER PRIJSKAMPEN VOOR HET JAAR 1897.

EERSTE PRIJSVRAAG.

Men vraagt een critisch onderzoek over de bronnen van de geschiedenis van het Luikerland tijdens de middeleeuwen.

TWEEDE PRIJSVRAAG.

Men vraagt een onderzoek, naar aanleiding van de ontdekkingen der laatste jaren, over de geloofsvormen en de godsdiensten van het oude eiland Kreta.

DERDE PRIJSVRAAG.

Eene verhandeling schrijven over den STIJL *van Tertullianus en meer bepaaldelijk over het volgende vraagstuk : Is die stijl het gevolg van haastige improvisatie of van gezochte verfraaiing?*

VIERDE PRIJSVRAAG.

De methode der menschelijke zielkunde ontvouwen met inachtneming van den tegenwoordigen stand dezer wetenschap.

VIJFDE PRIJSVRAAG.

Welk is de grondslag van het bijzonder eigendomsrecht? Zou de afschaffing van dit recht het bestaan van een regelmatig ingerichten Staat en de ontwikkeling van den openbaren rijkdom niet onmogelijk maken?

De schrijver zal de voornaamste moderne socialistische en collectivistische stelsels ontleden en beoordeelen.

ZESDE PRIJSVRAAG.

Eene verhandeling schrijven over de grondstelsels der colonisatie in de XIX^e eeuw en de rol van den Staat in de ontwikkeling der koloniën.

De waarde der als prijs uitgeloofde gouden eerepenningen zal van *acht honderd frank* zijn voor de twee eerste prijsvragen en van *zes honderd frank* voor de *vier* volgende.

De ingezonden verhandelingen moeten leesbaar geschreven en mogen in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn opgesteld zijn. Vóór **1en November 1896** moeten zij aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel, vrachtvrij gezonden worden.

* * *

PROGRAMMA DER PRIJSKAMPEN VOOR HET JAAR 1898.

EERSTE PRIJSVRAAG.

Welke was in Vlaanderen, vóór het optreden van het Bourgondisch vorstenhuis, de staatkundige invloed der groote steden en op welke wijze liet die invloed zich gelden?

TWEEDE PRIJSVRAAG.

De geschiedenis der Fransche letteren in België van 1815 tot 1830 schetsen.

DERDE PRIJSVRAAG.

Men vraagt eene critische studie over de VITAE *der heiligen uit het karolingisch tijdvak (van Pepijn den Korte tot het einde der Xe eeuw).*

De schrijver zal alleen de *Vitae*, die een historisch belang opleveren, te behandelen hebben.

VIERDE PRIJSVRAAG.

Men vraagt eene studie over de verschillende gevangenisstelsels uit den nieuweren tijd, in het licht der strafrechtelijke theorie en der verkregen uitslagen beschouwd.

VIJFDE PRIJSVRAAG.

Eene critische uitgave bezorgen van al de fragmenten van Varro's prozaschriften, welke, woordelijk of met enkele vermelding van zijnen naam, bij de schrijver sder oudheid aangehaald worden.

ZESDE PRIJSVRAAG.

De geschiedenis schetsen van de openbare armenverzorging op het platte land in België.

De waarde der als prijs uitgeloofde gouden eerepenningen zal van *acht honderd frank* zijn voor elke der vier eerste prijsvragen, en van *zes honderd* voor de vijfde en de zesde.

De ingezonden verhandelingen moeten leesbaar geschreven, en mogen in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn opgesteld zijn. Vóór **1en November 1897** moeten zij aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel, vrachtvrij gezonden worden.

PROGRAMMA DER PRIJSKAMPEN VOOR HET JAAR 1899.

EERSTE PRIJSVRAAG.

De geschiedenis schrijven van den Franschen periodischen stijl vóór Guez de Balzac.

TWEEDE PRIJSVRAAG.

De letterkundige waarde onderzoeken van de voornaamste Nederlandsche rederijkers der XV^e^ en XVI^e^ eeuw, onder anderen : Jan Van Hulst, Anthonis de Roovere, Cornelis Everaert, Matthijs de Casteleyn, Eduard de Dene en Jan-Baptista Houwaert.

DERDE PRIJSVRAAG.

De rechtsverhoudingen, in vredes- en oorlogstijd, van den eeuwig onzijdig verklaarden Staat, volgens de rechtswetenschap en de verdragen bepalen. De gevolgen van de schending van het onzijdig grondgebied zullen bijzonder in acht genomen worden. De schrijvers zullen hunne bewijsvoering staven met voorbeelden uit de geschiedenis der onzijdige Staten, alsmede de antecedenten der Belgische onzijdigheid bestudeeren.

VIERDE PRIJSVRAAG.

De geschiedenis schrijven van de verschillende admiraliteitsraden, welke in de Nederlandsche gewesten vóór hunne scheiding, en daarna in de Spaansche en Oostenrijksche Nederlanden bestaan hebben.

VIJFDE PRIJSVRAAG.

De leer van de burgerlijke persoonlijkheid, in het oud en in het hedendaagsch recht, uiteenzetten. De toepassingen dier leer op den tegenwoordigen maatschappelijken toestand onderzoeken, alsook de inrichting die er aan zou moeten beantwoorden.

ZESDE PRIJSVRAAG.

Geschiedenis en beschrijving, volgens de oorspronkelijke bronnen, van het Asklepiosheiligdom te Epidaurus. De schrijver zal bijzonder den schouwburg van Polykleitos bestudeeren.

ZEVENDE PRIJSVRAAG.

De geschiedenis schrijven van de Belgische volkplantingen, welke, volgens Caesar en Tacitus, in Engeland (Britannia) *gevestigd waren.*

De schrijvers zullen trachten het vermoedelijk tijdstip van de stichting dezer volkplantingen te bepalen. Zij zullen, volgens de oudheidkundige ontdekkingen (voorwerpen in grafsteden gevonden, enz.), eene schets geven van de zeden en gebruiken der volkplanters; zij zullen, door middel der aardrijkskundige benamingen, de *civitates* (volkeren en steden) aanduiden, welke van Belgischen oorsprong zijn; en, door de studie der klassieke schrijvers en der penningkunde, de Belgische koningen of hoofdmannen van het oude Engeland opsommen en zooveel mogelijk de geschiedenis dier vorsten opmaken..

Het werk zal het verhaal van de verovering van Britannia onder keizer Claudius bevatten.

De waarde der als prijs uitgeloofde gouden eerepenningen zal van *acht honderd frank* zijn, voor elke dezer prijsvragen.

De ingezonden verhandelingen moeten leesbaar geschreven, en mogen in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn opgesteld zijn. Vóór **1en November 1898** moeten zij aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel, vrachtvrij gezonden worden.

REGLEMENTSBEPALINGEN
DIE VOOR DE PRIJSKAMPEN GEMEEN ZIJN.

De Academie eischt de grootste nauwkeurigheid in de citaten. Te dien einde verlangt zij van de schrijvers, dat zij de uitgaven en de bladzijden der door hen aangehaalde werken zullen aanduiden.

De schrijvers mogen op hun werk hunnen naam niet vermelden; zij zullen er alleen eene kenspreuk op plaatsen, die moet herhaald worden op een verzegelden brief, bevattende hunnen naam en hun adres. Indien zij aan dezen eisch te kort komen, kan geen prijs hun worden toegewezen.

Werken, die na den gestelden datum inkomen of waarvan de schrijver, op welke manier ook, zich heeft laten kennen, zullen uit den prijskamp gesloten worden.

De Academie herinnert aan de mededingers, dat de verhandelingen in haar archief berusten en blijven moeten van het oogenblik af dat zij aan haar oordeel werden onderworpen. Nochtans kunnen de schrijvers, op hunne eigene kosten, afschriften van hunne ingezondene werken laten maken; daartoe moeten zij zich tot den Bestendigen Secretaris wenden.

BESTENDIGE PRIJSKAMPEN.

PRIJS DE STASSART.

VERHANDELING OVER EENEN BEROEMDEN BELG.

(Achtste tijdvak : 1893-1898.)

De Klas der Letteren looft, voor dit achtste tijdvak, eenen prijs van *zes honderd frank* uit voor den schrijver der beste verhandeling, geschreven in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn, en gewijd aan het leven en de werken van *Nicolaus Cleynaerts,* gezegd *Clenardus,* spraakkunstenaar, orientalist en reiziger, geboren te Diest in 1495, gestorven te Grenada in 1542.

Vóór **1^{en} November 1897** is de termijn tot het inzenden der verhandelingen verstreken.

De mededingers zullen de bovenstaande reglementsbepalingen voor de prijskampen der Klas moeten in acht nemen.

PRIJS DE STASSART.

VADERLANDSCHE GESCHIEDENIS.

(Zesde tijdvak : 1895-1900.)

De Klas der Letteren looft, voor het zesde tijdvak van dezen prijskamp, eenen prijs van *drie duizend frank* uit aan den schrijver van het beste werk, geschreven in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn, als antwoord op de volgende prijsvraag :

Eene geschiedenis leveren van den oorsprong en de ontwikkeling der Begijnhoven in de voormalige Nederlanden tot op heden.

Vóór 1^en^ **November 1899** is de termijn tot het inzenden der verhandelingen verstreken.

De mededingers zullen de bovenstaande reglementsbepalingen voor de prijskampen der Klas moeten in acht nemen.

PRIJS DE SAINT-GENOIS.

NEDERLANDSCHE VERHANDELING OVER GESCHIEDENIS OF LETTERKUNDE.

(Derde tijdvak : 1888-1897.)

De Klas der Letteren looft, voor het derde tijdvak van dezen prijskamp, eenen prijs van *duizend frank* uit voor den schrijver van het beste werk, geschreven in het Nederlandsch, als antwoord op de volgende prijsvraag :

Den invloed bepalen door de Fransche Pléiade op de Nederlandsche dichters der XVI^e^ en XVII^e^ eeuwen uitgeoefend.

Vóór 1^en^ **November 1896** is de termijn tot het inzenden der verhandelingen verstreken.

De mededingers zullen de bovenstaande reglementsbepalingen voor de prijskampen der Klas moeten in acht nemen.

PRIJS TEIRLINCK.

NEDERLANDSCHE LETTERKUNDE.

(Vierde tijdvak : 1892-1896.)

Een prijs van *duizend frank* zal toegekend worden aan het beste antwoord op de volgende prijsvraag :

De geschiedenis schrijven van het Nederlandsch proza vóór den Bourgondischen invloed, d. i. tot aan de vereeniging onzer gewesten onder Philips van Bourgondië, omstreeks 1430.

Op 1^{en} **November 1898** is de termijn verstreken tot het inzenden der verhandelingen, die in het Fransch, het Nederlandsch of het Latijn mogen opgesteld zijn.

De mededingers moeten de bovenstaande reglementsbepalingen voor de prijskampen der Klas in acht nemen.

PRIJS ANTON BERGMANN.

(Tweede tijdvak : 1887-1897.)

Binnen dit tijdvak is de prijs voorbehouden aan de beste in het Nederlandsch geschrevene geschiedenis van eene stad of gemeente behoorende tot de *provincie Brabant* (uitgezonderd het arrondissement Nijvel) en tellende ten minste 5,000 inwoners.

De uitgeloofde prijs is van *drie duizend frank.*

Op **31^{en} Januari 1897** is de termijn tot het inzenden der werken verstreken.

De drukwerken worden op gelijken voet als de handschriften toegelaten; deze laatste mogen den naam des schrijvers vermelden of verzwijgen. In dit laatste geval moet de schrijver bij zijn handschrift een verzegelden brief voegen, bevattende zijnen naam en de aanduiding van zijne woonplaats. Door het aannemen van een pseudoniem sluit de schrijver zichzelven uit.

De historische gewrochten worden tot den prijskamp toegelaten onverschillig of zij door Belgen of vreemdelingen geschreven zijn, op voorwaarde dat zij in het Nederlandsch opgesteld en in België of in Nederland uitgegeven zijn.

PRIJS JOSEPH DE KEYN.

Negende prijskamp.

(Eerste tijdvak : 1895-1896.)

Lager onderwijs.

Het eerste tijdvak van den negenden jaarlijkschen prijskamp Joseph De Keyn zal op 31en December 1896 gesloten worden. Alles, wat dezen prijskamp betreft, moet vóór **1en Januari 1897** aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel, gezonden worden.

Gewijd aan het onderwijs van den eersten graad, omvat dit tijdvak de werken over lager onderwijs en opvoeding.

Eene som van *drie duizend frank* kan onder de schrijvers der bekroonde werken verdeeld worden.

Mogen aan den prijskamp deelnemen : de onuitgegeven werken, zoowel als de school- en leesboeken, die van 1en Januari 1895 tot 31en December 1896 verschenen zijn.

(Tweede tijdvak : 1896-1897.)

Middelbaar onderwijs en nijverheidskunst.

Het tweede tijdvak van den negenden jaarlijkschen prijskamp Joseph De Keyn zal op 31en December 1897 gesloten worden.

Alles, wat dezen prijskamp betreft, moet vóór **1en Januari 1898** aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel, gezonden worden.

Eene som van *drie duizend frank* kan onder de schrijvers der bekroonde werken verdeeld worden.

Gewijd aan het onderwijs van den tweeden graad, omvat dit tijdvak de werken over middelbaar onderwijs of opvoeding, de nijverheidskunst erin begrepen.

Mogen aan den prijskamp deelnemen : de onuitgegeven werken, zoowel als de school- en leesboeken, die van 1en Januari 1896 tot 31en December 1897 verschenen zijn.

Alleen Belgische schrijvers en werken, die in eenen uitsluitend wereldlijken geest buiten alle godsdienstige begrippen zijn opgevat, zullen tot deze prijskampen toegelaten worden.

De handschriften of drukwerken mogen in het Fransch of in het Nederlandsch opgesteld zijn. De drukwerken worden toegelaten zonder aanzien van het land, waarin zij het licht zagen. De handschriften mogen den naam des schrijvers vermelden of verzwijgen; in dit laatste geval zullen zij vergezeld zijn van een verzegelden brief, bevattende naam en woonplaats des schrijvers. De handschriften blijven het eigendom der Academie; nochtans kunnen de schrijvers er op hunne eigene kosten afschriften van laten maken. Ieder bekroond handschrift moet binnen het loopend jaar in druk verschijnen; slechts na de uitgave van zijn werk zal de bekroonde zijnen prijs kunnen ontvangen.

PRIJS CASTIAU.

(Zesde tijdvak : 1896-1898.)

Het zesde tijdvak van dezen prijskamp wordt op 31en December 1898 gesloten.

De prijs, ter waarde van *duizend frank*, zal toegekend worden aan den schrijver van de beste verhandeling :

Over de middelen tot verbetering der zedelijke, verstandelijke en lichamelijke gesteldheid der werkende en der behoeftige standen.

Alles, wat dezen prijskamp betreft, vóór **1en Januari 1899** in te zenden aan den heer Bestendigen Secretaris, in het Paleis der Academiën te Brussel.

Slechts de Belgische schrijvers worde ntot dezen prijskamp toegelaten. Geene andere werken zullen onderzocht worden dan degene die rechtstreeks door hunne schrijvers aan het oordeel der Academie worden onderworpen. Deze werken mogen in het Fransch of in het Nederlandsch opgesteld zijn. Handschriften zoowel als drukwerken worden toegelaten. Vermelden zij den naam des schrijvers niet, dan moeten zij eene kenspreuk dragen, die op eenen verzegelden brief bevattende zijnen naam en de aanduiding van zijne woonplaats, zal herhaald staan.

Is het bekroond werk nog onuitgegeven, dan zal het

binnen het jaar der bekroning in druk moeten verschijnen; in dit geval zal de bekroonde den prijs slechts na de uitgave van zijn werk ontvangen.

De handschriften worden het eigendom der Academie; nochtans mogen de schrijvers er op hunne eigene kosten afschriften van laten vervaardigen.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

J'ai l'honneur d'offrir, au nom de M. Léopold Devillers, membre de la Commission royale d'histoire, le tome VI et dernier du *Cartulaire des comtes de Hainaut, de l'avènement de Guillaume II à la mort de Jacqueline de Bavière (1337 à 1436).*

Ce volume contient la fin du Cartulaire, un appendice, des tables et un glossaire.

L'intérêt des pièces que l'éditeur a fait entrer dans le recueil ne se limite pas à l'histoire des comtes et comtesses et à celle du comté de Hainaut. On y trouve de curieux éléments pour les annales de l'agriculture, des sciences et des arts, pour la biographie, la topographie, etc., et une infinité de faits qui ont rapport à l'histoire nationale.

Dans la préface, on trouve une revue des sources auxquelles M. Devillers a puisé, et une notice sur la trésorerie des chartes des comtes de Hainaut.

Alph. Wauters.

J'ai l'honneur d'offrir à la Classe, de la part de M. Charles Justice, docteur en philosophie et lettres, une dissertation intitulée : *Anecdota Bruxellensia, III. Le Codex Schottanus des extraits De legationibus*, qui forme le 17^e fascicule du *Recueil de travaux publiés par la Faculté de philosophie et lettres de l'Université de Gand* (Gand, 1896, 120 pages in-8°).

Les *Excerpta de legationibus*, qui faisaient partie de la grande encyclopédie historique de Constantin Porphyrogénète, présentent, comme on sait, le plus haut intérêt au philologue comme à l'historien, au savant qui s'est consacré à l'antiquité classique comme à celui qui s'occupe de l'époque byzantine.

La Bibliothèque royale de Bruxelles en possède un manuscrit important (n^os 11301-16 et 11317-21 Inv. gén. = 97-98 catal. Omont), qui a autrefois appartenu au célèbre helléniste André Schott, et qui n'avait pas été jusqu'ici examiné avec l'attention qu'il mérite. M. Justice l'a étudié très soigneusement; il en donne une description détaillée, en détermine le caractère et la valeur, et fournit une collation complète des extraits de Pétrus Patricius, Priscus, Malchus, Ménandre le Protecteur, Eunape, Dexippe et Procope. Le volume se termine par des notes critiques où M. Justice signale plusieurs bonnes leçons du Schottanus et propose lui-même quelques corrections, et par un appendice renfermant des renseignements inédits sur le *Codex Ambrosianus*, dus à M. Cumont.

Le travail de M. Justice, fait avec la méthode et l'exactitude qu'on exige aujourd'hui de ce genre de recherches, est une utile contribution à la critique de la compilation de Constantin. Cette troisième partie des *Anecdota Bruxellensia* figurera honorablement à côté des publications de MM. Cumont et Parmentier (1). Nous souhaitons que nos philologues continuent à explorer avec le même succès les manuscrits de la Bibliothèque royale de Bruxelles.

P. Thomas.

RAPPORTS.

Sur la proposition de MM. Denis, Potvin et Banning, la Classe décide l'impression dans le recueil des *Mémoires* in-8° du travail couronné de MM. Hamande et Burny, sur les caisses d'épargne.

Joseph II et la liberté de l'Escaut. — La France et l'Europe; par F. Magnette, docteur en philosophie et lettres.

Rapport de M. Ch. Piot, premier commissaire.

« M. F. Magnette, docteur en philosophie et lettres, à Liége, a publié dans les *Bulletins de la Commission royale d'histoire* (5e série, t. V, p. 408) un travail intitulé : *Un mémoire inédit sur la liberté de l'Escaut.*

Dans l'avant-propos de cette notice, l'auteur a fait connaître succinctement les débats soulevés, vers 1784, entre Joseph II, souverain des Pays-Bas autrichiens, et les

---

(1) *Anecdota Bruxellensia* I : *Chroniques byzantines du manuscrit 11376*, par F. Cumont. — II : *Les extraits de Platon et de Plutarque du manuscrit 11360-11363,* par L. Parmentier. (10e et 11e fascicules du *Recueil* cité plus haut. Gand, 1894.)

Provinces-Unies, à propos de la liberté de l'Escaut, débats qui faillirent amener la guerre entre ces deux puissances. Ceux-ci ont été décrits par Ad. Borgnet et Gachard dans des ouvrages spéciaux. Quant à la question de droit, elle avait été examinée par Mirabeau et Linguet, en 1784. L'auteur ne s'en préoccupe pas.

M. Magnette a repris tous ces travaux. Il les a complétés et corrigés au moyen des correspondances diplomatiques qu'il a recueillies avec un soin tout particulier dans les archives de l'État à Bruxelles, à la Haye, à Berlin, à Paris, à Vienne. Il a aussi compulsé tous les traités, tous les écrits publiés ou cités à propos de cette question, soit en Belgique, soit ailleurs, à partir du XVII^e^ siècle, sauf la correspondance de Guillaume V, stadhouder de Hollande, éditée à la Haye en 1893 par M. de Bus.

Les résultats de ses investigations sont consignés dans un mémoire intitulé : *Joseph II et la liberté de l'Escaut. — La France et l'Europe.*

C'est ce travail que l'auteur soumet à la Classe.

A mon avis, c'est une œuvre consciencieuse et complète, relatant d'une manière remarquable tout ce qui a été dit, imprimé, écrit et négocié à propos de cette question, soulevée inutilement par Joseph II en faveur de notre commerce et de notre industrie.

Malgré toute sa bonne volonté, l'Empereur fut obligé de signer, le 8 novembre 1785, le traité de Fontainebleau, qui mit notre commerce à la merci de nos voisins.

Les divisions que M. Magnette a admises dans son mémoire sont, à mon avis, parfaitement établies et justifiées.

L'auteur y parle des premières discussions engagées au sujet de l'Escaut à Vienne et aux Pays-Bas, ensuite des préliminaires des négociations entamées en 1784, des premiers incidents à propos du fleuve, des conférences de Bruxelles, de l'*ultimatum* du 22 août, des événements du 8 octobre, des pourparlers de la France et de la Hollande jusqu'au moment de la rupture, des relations entre la France et l'Autriche, de l'intervention de la première de ces puissances, de la renonciation de l'Empereur à ses prétentions, des négociations de Paris, enfin du traité conclu à Fontainebleau.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur traite de l'intervention de l'Angleterre, de la Prusse et de la Russie.

On le voit par cette nomenclature, il a parfaitement compris les différentes questions débattues par les parties intéressées; il domine complètement son sujet; il a su rendre sa narration à la fois facile, agréable et méthodique surtout.

J'ai l'honneur de proposer à la Classe l'impression de ce travail dans ses *Mémoires.* »

Rapport de M. Ém. Banning, deuxième commissaire.

« La tentative de Joseph II, en 1784, de rendre la liberté à l'Escaut et d'affranchir nos provinces de la servitude qui pesait sur elles depuis le traité de Munster, est l'un des épisodes les plus intéressants de l'histoire des dernières années du XVIII^{e} siècle. Ce prince obéit-il, en prenant cette initiative, à une simple préoccupation d'amour-propre, de dignité personnelle? Avait-il, au contraire, le dessein plus élevé de restaurer la prospérité commerciale des Pays-Bas autrichiens et de s'associer au grand mouvement d'idées qui tendait alors à renouveler les bases du droit des gens? Il serait malaisé de le discerner, encore que de nombreux indices et le caractère même de l'homme autorisent à dire que cette dernière pensée n'a pu lui être indifférente. L'entreprise eut un retentissement considérable, non malheureusement parmi nos ancêtres qui firent preuve en cette circonstance de la plus étonnante apathie : triste exemple de la déchéance même morale réservée aux nations qui abdiquent la direction de leurs destinées entre des mains étrangères. Il en fut autrement au dehors. Tous les cabinets s'émurent, entrèrent en action. La conscience publique s'éveillait. L'énormité de l'atteinte portée au droit naturel des peuples par l'article XIV du traité de Munster, acquérait une évidence croissante. On sentait partout, en dépit des combinaisons politiques les plus tortueuses, que la question posée sur l'Escaut avait une portée générale. C'est en effet à ce moment que s'élaborent les premiers éléments d'un régime qui, étendu plus tard au Rhin et au Danube, devint le fondement de la législation moderne des fleuves internationaux.

M. Magnette avait abordé déjà par divers côtés cet important débat. Ses communications à la Commission d'histoire ont été signalées. Indépendamment d'un examen attentif des principales sources publiées, il s'est livré pendant ces dernières années à de laborieuses et fructueuses recherches dans les archives de Bruxelles, de Vienne, de Paris, de Berlin. Le mémoire qu'il soumet aujourd'hui à l'Académie, contient le résultat de ses investigations : c'est un travail considérable, de 219 pages, plein d'informations nouvelles, de données précises et certaines sur les vues et les actes des puissances engagées dans cette négociation. L'exposé de M. Magnette n'embrasse qu'un laps de temps de quatre années : mais sur ce court intervalle, il accumule des renseignements abondants, apporte des révélations curieuses, suivant pas à pas les événements et la correspondance qu'ils alimentent.

Les phases principales de l'incident sont connues : requête des négociants d'Anvers et démarches des États du Brabant; voyage de Joseph II aux Pays-Bas en 1781; travail souterrain qui se poursuit dans la chancellerie de Vienne nonobstant l'attitude impolitique du souverain à Bruxelles et à Anvers; *tableau sommaire* du 4 mai 1784, suivi de l'ultimatum du 23 août et du conflit sur l'Escaut du 8 octobre; médiation de la France et conférences de Versailles, avec l'intervention concurrente du cabinet de Londres, de Frédéric II et de Catherine II qui aspire un moment à évincer la France pour s'attribuer le rôle d'arbitre; enfin traité de Fontainebleau (8 novembre 1785), qui consacre, au prix d'une indemnité de dix millions de florins, un *statu quo* dont le médiateur lui-même ne voyait plus la raison d'être : voilà le cadre que s'est tracé M. Magnette et qu'il a rempli avec un incontestable succès. Son point de vue est limité : c'est un chapitre d'histoire diplomatique qu'il a voulu écrire. Il a accompli, sous ce rapport, sa tâche avec une conscience, je dirais volontiers une patience rare. Son analyse des papiers d'État est minutieuse, complète jusqu'à l'épuisement; elle confine parfois à la prolixité, en même temps que le plan même de l'auteur l'entraîne à des redites. L'écueil était peut-être difficile à éviter. Les diplomates n'ont jamais ménagé le temps, qui est leur allié; mais ceux du XVIII^e^ siècle l'économisaient vraiment trop peu.

Dans l'interprétation des documents de chancellerie de cette époque, où des conceptions raffinées se couvrent fréquemment d'un langage lourd et prétentieux, M. Magnette fait preuve de plus que de persévérance : il y apporte une pénétration remarquable. Les calculs les plus retors ne le prennent pas au dépourvu; je le voudrais seulement mettre en garde contre les termes d'*alliance* et de *garantie* qui reviennent à chaque pas dans les négociations dont il rend compte et auxquels il convient de ne pas attacher une signification qu'ils n'ont ni dans la langue du temps, ni généralement dans les actes eux-mêmes. C'est ainsi que le traité de Munster, conclu le 30 janvier 1648 exclusivement entre l'Espagne et les Provinces-Unies, ne contient ni ne comporte de clause de garantie. Il en est de même du traité d'Osnabruck, signé le 24 octobre : l'article XVII y stipule, à la vérité, une garantie d'exécution; mais celle-ci, ainsi que l'observation en a déjà été faite par Schoell, ne concerne que la paix intérieure du corps germanique. Le traité de la Barrière fut conclu le 15 novembre 1715 entre l'Empire et les Provinces-Unies, sous la médiation de l'Angleterre; il visait le traité de Munster à l'article XXVI et stipulait la garantie britannique à l'article XXVIII; mais cet engagement implique si peu la pensée d'une sanction que l'on voit le cabinet de Londres inciter Joseph II, en 1781, à exiger l'ouverture de l'Escaut et se déclarer neutre quand le conflit a éclaté. Lorsque Frédéric II parle de la garantie du traité de Munster par les puissances, son langage n'a pas plus de portée. Il convient de ne pas prêter à cette expression le sens juridique précis qu'elle a reçu longtemps plus tard. Cette distinction est nécessaire pour apprécier sainement les arguments réciproques et les actes qu'ils motivent. Au surplus, le XVIII^e^ siècle est l'âge classique des volte-face diplomatiques et des engagements méconnus. Jamais les rapports entre les États ne furent moins sûrs ni les scrupules de loyauté plus étrangers aux transactions des cabinets. Le mot d'alliance, qu'on prodiguait, avait peu de sens et celui de garantie, dont l'abus n'était pas moindre, n'en avait aucun. C'est l'époque de la pragmatique sanction, du fameux traité de Séville de 1729, des guerres de la succession autrichienne et de sept ans, du partage de la Pologne. Il faut se rappeler ces circonstances pour placer l'entreprise de Joseph II dans son vrai milieu et juger équitablement l'antagonisme qui s'y manifesta entre le droit écrit des traités et l'intérêt national, qui était ici un droit naturel.

Cette considération, qui touche à la conclusion de l'auteur, nous ramène à son introduction. M. Magnette, dont le mémoire est si complet, si détaillé dans le récit des négociations de 1784 et 1785, consacre quelques pages à peine au principe même du conflit : l'article XIV du traité de Munster. N'eût-il pas été utile de s'arrêter un moment à la genèse même de cette clause qui a eu de si formidables conséquences? Était-elle à son origine l'expression des idées du temps ou d'une nécessité politique capable de l'excuser? A-t-on pu prévoir surtout que son application se maintiendrait, avec une rigueur inexorable, pendant un siècle et demi? La question vaut la peine d'être élucidée : elle va à la racine même du conflit politique.

Trois ans avant la signature du traité de Munster était mort un Néerlandais illustre, l'une des gloires de son pays, et vingt ans avant sa mort, en 1625, Grotius avait publié son *Traité du droit de guerre et de paix.* Il avait formulé cet axiome devenu célèbre : « Les territoires, les *fleuves* et les portions de mer qui pourraient devenir la propriété de quelque peuple, doivent être ouverts à ceux qui ont besoin d'un passage pour des causes légitimes... Il n'est permis à personne d'empêcher une nation de faire le commerce avec n'importe quelle autre nation éloignée. » (Livre II, chap. II, § 13.) Si Grotius eût vécu en 1648, il n'aurait pu s'empêcher de protester contre l'article XIV du traité de Munster. Le traité d'Osnabruck n'avait-il pas stipulé lui-même à l'article IX: « Il y aura une entière liberté de commerce et un passage libre et asseuré par toutes sortes de lieux sur mer et sur terre »? Cette doctrine est donc entrée dès lors dans le droit public; elle est continuée et développée après Grotius par les fondateurs du droit des gens, Barbeyrac, Pufendorf, Wolf, Vattel, ce dernier mort en 1767, à la veille du conflit de l'Escaut. Aussi l'initiative de Joseph II fit-elle entrer en lice toute une pléiade de jurisconsultes et de publicistes. Linguet défendit avec éclat la cause de la liberté et du progrès. Si ses adulations répugnent, si son emphase fait sourire, il établit les principes du droit universel avec une force, une précision qui ont été rarement dépassées. Mirabeau, dominé par sa haine du despotisme, croyant ou feignant de croire à une coalition de l'Autriche et de la Russie avec la complicité de l'Angleterre, prit en main la cause des États-Généraux. Ce plaidoyer n'a rien ajouté à sa gloire. Ne l'y voit-on pas soutenir que c'en est fait de l'indépendance de la Hollande, si l'Escaut cesse d'être fermé, et signifier aux Belges qu'ils n'ont que faire de la navigation de ce fleuve, alors qu'il leur reste tant de bruyères à défricher et de marais à combler? Chose bizarre : l'argument a servi encore un siècle après, tant il s'adapte, semble-t-il, aux circonstances les plus diverses. Mais Mirabeau avait l'esprit trop pénétrant pour s'arrêter longtemps à de semblables raisons; aussi sa vraie pensée se manifeste-t-elle dans sa quatrième lettre. Que les Belges, dit-il, secouent la domination de la maison d'Autriche, qu'ils fondent un État indépendant, dont ils réunissent mieux que les Hollandais eux-mêmes toutes les conditions, et loin de leur refuser la liberté de l'Escaut, tout invitera à faire droit à leurs réclamations. Ce langage était hautement significatif.

Il faut tenir compte de cet état des esprits, de ce progrès des idées pour apprécier sainement le procès qui se plaida en ce moment devant l'Europe. M. Magnette n'ignore aucun de ces faits ni de ces documents; il y a lui-même apporté récemment de nouveaux éléments. Mais dans son mémoire, il y fait à peine allusion pour n'envisager exclusivement que l'œuvre des chancelleries. N'est-ce pas une lacune? Dans les transactions diplomatiques de ce temps, les préoccupations personnelles et dynastiques n'ont pas cessé d'être à l'avant-plan; l'intérêt supérieur engagé dans le débat s'y rapetisse et souvent s'y travestit. L'idée ici domine de haut le fait; on aimerait lui voir garder le premier rang. Quand le traité de Fontainebleau fut signé après de longues et stériles négociations, la cause en apparence était perdue :

en réalité, elle était gagnée. Sept ans plus tard, la France révolutionnaire détruisait l'œuvre du cabinet de Versailles et le conseil exécutif de la Convention rayait l'article XIV du traité de Munster du code des nations. Son décret est resté célèbre; les considérants en étaient : « que le cours des fleuves est la propriété commune et inaliénable de toutes les contrées arrosées par leurs eaux ; qu'une nation ne saurait, sans injustice, prétendre au droit d'occuper exclusivement le canal d'une rivière et d'empêcher que les peuples voisins qui bordent les rivages supérieurs ne jouissent du même avantage ; qu'un tel droit est un reste des servitudes féodales ou du moins un monopole odieux qui n'a pu être établi que par la force et consenti que par l'impuissance ; qu'il est conséquemment révocable dans tous les moments et malgré toutes les conventions, parce que la nature ne reconnaît pas plus de peuples que d'individus privilégiés et que les droits de l'homme sont à jamais imprescriptibles ».

Assurément le procédé était violent : la guerre se substituait à la diplomatie. La force renversait en 1792 la barrière édifiée par la force en 1648. L'Angleterre, qui n'était pas intervenue en 1784, protesta, mais la pensée de refermer l'Escaut ne vint à personne. Le traité du 16 mai 1795 régularisa la situation entre la République française et celle des Provinces-Unies, et telle parut l'évidence du droit qu'en 1815, en pleine réaction monarchique et conservatrice, le Congrès de Vienne fit siens sous ce rapport les principes proclamés par la Convention.

M. Magnette n'a pas conduit son travail jusqu'au dénouement de 1792 qui paraît en être la vraie conclusion. Il s'arrête au traité de Fontainebleau, et opposant ici le droit conventionnel qui veut être respecté, et le droit naturel qui proteste, il se demande si une autre solution, pacifique et régulière, n'aurait pu intervenir. C'est à Joseph II qu'il impute la responsabilité de l'échec : il lui semble qu'entre les mains de Kaunitz la négociation aurait pu avoir une autre issue. On peut en douter. L'Empereur ne fut certes pas à la hauteur de la tâche qu'il avait assumée, sa versatilité, son insuffisance sont notoires; mais son chancelier ne fit guère preuve non plus en cette circonstance de qualités supérieures. D'une part, les rapports respectifs des puissances à cette époque ne favorisaient guère un accord amiable; les États-Généraux, d'autre part, affaiblis, inquiets, aveuglés sur la valeur de leur privilège, auraient sans doute fait une opposition irréductible. La diplomatie en pareille matière procède forcément par voie de compensation. Même à la distance où nous sommes, les éléments d'un compromis se discernent à peine. En 1863, quand il s'est agi d'effacer la dernière trace de l'antique servitude de l'Escaut en supprimant le péage qui en grevait encore la navigation, la Belgique a pu suivre cette voie; d'accord avec les puissances maritimes, elle a racheté ce péage pour un capital de 36 millions. Mais en 1784, ce moyen n'eût pu servir : ce fut la Hollande qui paya et la détresse financière de l'Empereur ne lui aurait pas permis d'intervertir les rôles. Par trop de côtés, la situation ressemblait à une impasse. Les cas analogues ne sont pas rares dans l'histoire. A vingt-cinq ans de nous, après tant de changements essentiels accomplis dans l'ordre politique et juridique, la question de la neutralisation de la mer Noire a été tranchée exactement dans les mêmes conditions où le fut au siècle dernier celle de l'ouverture de l'Escaut. L'existence dans les arrangements internationaux de dispositions oppressives qui visent à paralyser, à titre perpétuel, l'expansion naturelle de certains peuples, est une menace constante pour le développement pacifique de leurs rapports. C'est la plus haute mission de la diplomatie que d'écarter ou d'éliminer du système européen des mesures qui, en subordonnant à des convenances momentanées l'intérêt général, retardent l'avènement de cette communauté des États sous l'empire du droit des gens qui demeure l'espérance de l'avenir.

Je m'arrête en m'excusant d'avoir peut-être excédé les limites d'un simple rapport. Les considérations qui précèdent n'ont d'autre but que de mettre en relief l'importance de l'épisode historique qui fait l'objet du mémoire qui nous est soumis. Elles ne tendent nullement à en amoindrir la valeur ou contester le mérite. C'est dire que je me rallie pleinement aux conclusions de notre savant confrère, M. Piot. Au prix de certaines retouches, d'une revision du texte qui donne parfois au récit plus de rapidité, à la forme plus de correction, l'ouvrage de M. Magnette tiendra dans les recueils académiques un rang distingué et promet à son auteur un succès légitime. »

M. P. Fredericq, troisième commissaire, se rallie aux conclusions des rapports de ses confrères.

Ces conclusions sont adoptées par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Quelques feuillets de la vie privée des Athéniens;
par Léon Vanderkindere, membre de l'Académie.

On peut avoir lu beaucoup de livres d'histoire et ne se faire qu'une idée très vague de la façon dont les hommes ont vécu dans le passé. Nous sommes toujours tentés de nous prendre, avec nos usages, nos sentiments, nos besoins moraux, pour le type normal sur lequel ont dû se modeler à peu près tous les peuples. Pour la Grèce antique, les peintures de la vie privée sont extrêmement rares; le roman n'y a apparu que fort tard, et nous avons malheureusement perdu toute la comédie nouvelle, qui aurait pu, sans doute, nous fournir des renseignements précieux. Il faut donc se borner à glaner dans les écrivains qui n'abordent qu'accidentellement ce sujet.

De nos jours, on a composé sur le droit athénien de savants traités dans lesquels tous les documents connus ont trouvé leur place; mais ces ouvrages de théorie pure ne nous permettent guère d'apercevoir la société que comme le ferait le Code civil. Il manque des figures agissantes et le conflit de passions qui, certes, étaient analogues aux nôtres, mais que les institutions traditionnelles avaient marquées de leur empreinte.

Peut-être convient-il, pour rendre sensibles les traits caractéristiques de la vie de famille à Athènes, d'insister plus qu'on ne le fait d'ordinaire sur les exemples particuliers.

L'État grec ne s'est pas formé d'une pièce. A Athènes, on distingue encore nettement la soudure des éléments qui n'ont été qu'imparfaitement rejoints. La primitive organisation génétique n'a pu s'adapter exactement aux cadres d'une société démocratique dans laquelle la naissance ne devait plus avoir qu'une importance minime. Il en est résulté des difficultés très graves sur lesquelles les plaidoyers des orateurs attiques jettent beaucoup de lumière.

Le point de départ, on le sait, a été, comme chez tous les Ariens, la famille fondée sur l'autorité paternelle et le culte des ancêtres. Dans plusieurs cités helléniques, à Gortys (en Arcadie), à Thasos, à Rhodes, etc., ce groupe primordial porte le nom de *patra ;* une inscription de Delphes récemment publiée par M. Homolle (1) qualifie ses membres de *patriotai*, « ceux qui ont un père commun ». Famille, patrie, les deux idées sont d'abord identiques, et le temps seul élargit la notion, de manière à embrasser la cité et à s'étendre ensuite au vaste territoire auquel les siècles ont fait une seule et même destinée.

A Athènes, et c'est dans le monde hellénique l'appellation la plus fréquente, l'unité familiale est le *génos* (pluriel *géné*) ; c'est la *gens* romaine, la grande famille, ou, si l'on veut, le *clan*. Les descendants d'un ancêtre commun sont les *gennètes* (*gentiles*), les *homogalaktes* (les enfants du même lait). La réunion d'un certain nombre de *géné* constitue la *phratrie*, c'est-à-dire, en quelque sorte, la fraternité : le mot *phratores* ou *phrateres* est l'analogue de *fratres* en latin, et il semble que l'on ait considéré comme frères les fondateurs primitifs des *géné*, les patriarches éponymes.

---

(1) *Bulletin de correspondance hellénique,* janvier-octobre 1895.

Athènes, au temps de Solon, comptait douze phratries. Dans les autres cités grecques, l'organisation était similaire; l'inscription de Delphes rappelée plus haut est relative à la phratrie des Labyades. Il y a peu d'années, on avait découvert à Décélie, en Attique, des décrets de la phratrie des Démotionides. Ces trouvailles inespérées viennent ainsi enrichir singulièrement nos connaissances sur ces organismes génétiques.

Jusqu'à l'époque de Clisthène, les *géné* et les phratries, celles-ci groupées en quatre phyles, forment tout le dessin de l'État athénien, et tant bien que mal, Solon a fait entrer les non-eupatrides, nous dirions à Rome les plébéiens, dans les cadres des phyles qui n'étaient pas destinées à les recevoir.

Mais Clisthène va s'efforcer de créer une organisation purement civile qui fasse abstraction des anciennes unités de famille et de culte. L'élément essentiel de la cité deviendra le dême, c'est-à-dire l'agglomération urbaine ou rurale, et désormais, pour la désignation des personnes, le nom gentilice sera négligé et l'on accolera régulièrement au nom de l'individu la mention du dême auquel il appartient.

Mais entre la phratrie qui enserre les familles et le dême qui réunit les voisins, il n'y a pas de relation nécessaire et directe. Jamais le trait d'union ne fut solidement établi (1). Et cependant les phratries subsistèrent. Clisthène en a sans doute augmenté le nombre; il a voulu y ranger tous ceux d'entre les citoyens qui jusqu'ici en étaient exclus parce que, non eupatrides, ils n'avaient pas de *génos;* de plus, les résidents étrangers ou *métœques*, auxquels, par une mesure hardie, il conférait le droit de cité. Une conjecture de Buermann, qui a le mérite d'expliquer quelques textes difficiles, permet peut-être de croire qu'à chacune des phratries de son organisme nouveau, Clisthène a donné pour noyau l'un des antiques *géné* (1). S'il en est ainsi, le chiffre dut en être fort considérable : la tradition mentionne 360 *géné*. Autour de chaque *génos* central, des groupes analogues, mais artificiels, étaient constitués, dans chacun desquels les membres étaient reliés par la communauté du culte. Ces confréries ou *thiases* ne pouvaient avoir une base génétique; par imitation du *génos*, on leur donna un autel et des rites.

---

(1) M. Francotte a consacré à cette question une savante étude : *L'organisation de la cité athénienne et la réforme de Clisthène.* (ACAD. ROY. DES SCIENCES, ETC., DE BELGIQUE, *Mém.* in-8°, t. XLVII.)

La phratrie et le dème demeurent néanmoins sans point de contact réel, comme les témoins de deux états sociaux différents, et l'on ne voit pas qu'un effort ait été tenté pour établir entre eux une subordination régulière.

Les jeunes gens étaient inscrits dans le dème à l'âge de dix-sept ans accomplis. Cette inscription leur donnait la majorité politique, et si les obligations de l'éphébie, destinées à les initier au service militaire, les empêchaient encore pendant deux ans d'assister aux assemblées du peuple, ils n'en disposaient pas moins de leurs biens; la puissance paternelle rigoureuse avait pris fin.

---

(1) *Drei Studien auf dem Gebiet des attischen Rechts*, II. *Die attischen Neubürger und die kleistenischen Phratrien.* dans les JAHRBÜCHER FÜR CLASSISCHE PHILOLOGIE, 1887, Supplementband IX.

Or, pour l'inscription dans le dème, il fallait établir sa qualité de citoyen. J'admets, du reste, avec M. Caillemer (1), que l'enfant naturel pouvait revendiquer ce titre aussi bien que le fils légitime, pourvu, bien entendu, qu'il fût né d'une mère athénienne. Mais, dans chaque cas particulier, les démotes examinaient la cause et votaient sur l'admission du récipiendaire.

On pourrait croire que son état civil était établi antérieurement déjà dans la phratrie, et certes, au point de vue de la famille, il en était ainsi. Mais pour la cité, les registres de la phratrie ne faisaient pas foi, et la réception dans le dème fixait seule, en droit public, la condition de l'adolescent. S'il était repoussé, ce pouvait être pour deux motifs. Pour défaut d'âge, d'abord. Et nécessairement alors l'admission n'était que différée. Mais le fait lui-même prouve à quelles incertitudes on était exposé. Dans l'un des plaidoyers de Démosthène contre Boiotos, qui se prétendait fils légitime de Mantias et avait usurpé le nom de Mantithée, nous voyons le véritable Mantithée déclarer devant le tribunal qu'il est impossible d'établir quel est de lui-même ou du défendeur, qu'il refuse de reconnaitre pour frère, celui qui est né le premier. (I, § 29.)

Quant au rejet définitif, il était motivé par le défaut de droit, et c'était une redoutable épreuve dans laquelle une majorité, égarée ou hostile, pouvait frapper sans merci l'homme qui se croyait le moins en péril. Un fragment d'Isée nous montre un certain Euphilète dans cette fâcheuse situation. Les démotes l'ont rayé du tableau. Son frère consanguin intente alors une action en appel devant la cour des héliastes; il énumère tous les arguments qui établissent l'état civil d'Euphilète : la mère est citoyenne; le père qui l'a épousée en secondes noces a introduit l'enfant dans sa phratrie; le frère, qui avait treize ans à l'époque du mariage, fait la même déclaration; les sœurs, qui sont établies et qui ne devaient pas, dit l'orateur, éprouver à l'égard d'une belle-mère des sentiments fort tendres, n'ont cependant jamais poussé leurs maris à contester l'état du jeune Euphilète. Nous ne savons pas ce que les héliastes ont décidé. Mais un pareil procès n'était pas sans danger : les membres du dème avaient le droit de s'y faire représenter par cinq avocats d'office, chargés de soutenir leur thèse, et l'appelant qui perdait sa cause était exposé à être vendu comme esclave.

---

(1) *Annuaire de l'Association pour l'encouragement des études grecques*, 1878, pp. 184 et suiv.

Ces exemples montrent que de la phratrie au dème il n'y avait pas à Athènes de jonction légale. Pour être porté sur le *lexiarchikon grammateion* ou registre du dème, il ne suffisait pas d'avoir été inscrit, dès sa naissance, sur le *koinon grammateion* de la phratrie. Le droit privé et le droit public sont ici en complète discordance.

Mais pour l'inscription à la phratrie elle-même, dans quelle obscurité, contre quelles difficultés n'a-t-on pas à se débattre!

Voyons d'abord quelle était l'organisation intérieure de la phratrie. Unité religieuse, elle a son prêtre, ἱερεὺς, chargé des sacrifices. Unité civile, elle a ses administrateurs que le règlement des Labyades de Delphes appelle tages (ταγοί) et qui, ailleurs, se nomment phratriarques. Ce collège exerçait ses fonctions pendant un an sans doute et devait pourvoir à l'installation de ses successeurs, en recevant leur serment d'agir en toutes choses avec justice.

Les tages recueillent les offrandes, les contributions multiples qui sont dues à la phratrie; ils veillent à leur recouvrement, sont responsables de leur qualité; ils remplissent l'office de trésoriers, et si l'un d'eux est accusé d'avoir commis une faute, ils paraissent, d'après l'inscription de Delphes, s'être constitués en tribunal, en s'adjoignant un ou plusieurs frères élus par la phratrie elle-même.

Ils ont aussi à surveiller les funérailles pour lesquelles le règlement des Labyades a des prescriptions minutieuses, interdisant les dépenses exagérées et limitant d'une manière précise le rite des lamentations.

Pareillement, sans doute, ils ont leur rôle dans les banquets de la phratrie, qui devaient être fort nombreux; car indépendamment des fêtes périodiques, dont une quinzaine sont énumérées dans l'inscription de Delphes, les mariages et les autres circonstances qui rendaient nécessaire un sacrifice, étaient encore une occasion d'agapes fraternelles.

Mais assurément la mission la plus importante des administrateurs de la phratrie était de veiller à ce que les inscriptions nouvelles réunissent les conditions requises.

Lorsqu'un enfant naissait, le père le présentait le dixième jour à ses proches : c'est la *dékaté,* et par ce terme on désigne couramment le festin de famille qui suit le sacrifice. La cérémonie est interprétée comme la reconnaissance de la paternité; c'est dans ce sens que l'on invoque devant les tribunaux le témoignage des convives. Le fait de n'avoir point célébré la *dékaté* équivaut à un désaveu tacite.

Dans le courant de l'année, l'enfant, que ce fût un garçon ou une fille, était présenté à la phratrie, avec une offrande modeste, dite *meion* (la moindre) à Athènes, *darata paideia* à Delphes. (En Thessalie, on désignait sous le nom de *daratos* un pain sans levain.) A cette occasion, le père, ou, à son défaut, l'ayant droit (le *kurios*), affirmait sous serment, en invoquant le *Zeus Phratrios*, que l'enfant était né d'une Athénienne, unie au père par contrat (*ex astês kai enguêtês*). Et le père ajoutait : « Si mon serment est sincère, que tous les biens me soient en partage; si c'est un parjure, tous les maux. » (Inscription de Décélie, décret de Nicodème; 'Εφημερὶς ἀρχαιολογική, 1888.) Trois témoins, confrères de sa thiase, ou, à leur défaut, trois autres phratères, confirmaient cette déclaration. D'après le même texte, le phratriarque faisait voter en premier lieu les thiasotes, c'est-à-dire les membres de la confrérie religieuse du père. Si l'on se trouvait en présence d'un *génos*, ce rôle échéait assurément aux gennètes. Leur décision étant favorable, les autres *phratères* prenaient à leur tour sur l'autel la pierre qu'ils déposaient dans l'urne. Chose curieuse, au cas où ce scrutin repoussait le récipiendaire, les thiasotes, exception faite de ceux qui avaient combattu l'admission, étaient obligés de payer 100 drachmes à l'autel de *Zeus Phratrios*. Si le requérant, après un vote hostile de ses thiasotes, faisait appel à l'assemblée plénière et que celle-ci le condamnât, il devait lui-même l'amende de 100 drachmes.

Un second sacrifice trouvait sa place quelques années plus tard. Il avait lieu pour les filles au moment de leur mariage, c'est-à-dire quand on les introduisait dans la phratrie de leur mari; on le désigne sous le nom de *gamélia* (*gaméla* à Delphes).

Pour les garçons, c'était à quinze ans, deux ans avant leur inscription dans le dème, que l'âge de puberté les ramenait dans l'assemblée des phratères. La fête avait lieu le troisième jour des Apaturies, dit *Kouréotis*, sans aucun doute parce qu'alors on coupait (*keirein*) la chevelure demeurée flottante jusqu'ici. L'offrande même tirait de cette circonstance le nom de *Kouréion*. A Delphes, on la nomme *Apellaia*, parce qu'elle se fait à la solennité des *Apellai*, dans le mois d'*Apellaios*, consacré à Apollon. L'importance de l'offrande est indiquée par ce fait que le simple retard doit en être compensé par le versement d'une statère, pièce d'or équivalant d'ordinaire à 20 drachmes; la drachme valait à peu près un franc. Si la remise n'en a pas été effectuée l'année suivante, le débiteur est frappé d'une nouvelle amende de 20 drachmes.

L'adoption est soumise aux mêmes exigences. Apollodore, ayant perdu son fils, adopta son neveu Thrasyllos. « A la fête des Thargélies, il me conduisit aux autels (c'est Thrasyllos qui parle); il m'introduisit parmi ses gennêtes et ses phratores. Leur loi impose pour un enfant adoptif la même obligation que pour un fils du sang; on doit jurer qu'il est né d'une Athénienne et que sa naissance est régulière (γεγονότα ὀρθῶς). Ces déclarations faites, la phratrie n'en procède pas moins à un vote, et, si elle le juge convenable, elle décide l'inscription dans le registre. Cette inscription ne peut être antérieure. La loi étant telle, les phratores et les gennêtes d'Apollodore, confiants dans sa parole, n'ignorant pas, d'ailleurs, que j'étais le fils de sa sœur, ont voté à l'unanimité mon inscription. J'ai été, de son vivant, porté sous le nom de Thrasyllos, fils d'Apollodore. » (Isée, VII, §§ 15-17.)

Dans le cas d'une adoption testamentaire, c'est une grave imprudence de n'avoir pas recours aux mêmes précautions. Si l'on ne signifie pas ses dernières volontés en présence de ses parents, de ses phratores et même des démotes, dit le demandeur, dans le procès pour la succession d'Astiphyle (Isée, IX, § 8), on expose son héritier à se voir contester ses droits.

Plus d'une fois, à Athènes, l'inscription d'un nouveau-né a été négligée et cette omission n'a été réparée qu'à l'âge adulte. Il s'en faut du reste de beaucoup que les précautions prises aient donné toutes les garanties de sincérité sur lesquelles on comptait. On réussit fréquemment à introduire dans la phratrie des personnes qui ne réunissaient pas les conditions voulues, voire même des étrangers. Le fait avait une gravité réelle, puisqu'il assurait aux inscrits la communauté du culte et tous les droits de famille, notamment le droit de succession. Les périodes de crise dont Athènes eut à souffrir, les dernières années de la guerre du Péloponèse par exemple, facilitèrent ces irrégularités. Aussi voyons-nous, après la restauration dite de l'archontat d'Euclide, la phratrie des Démotionides voter, sur la proposition de Hiéroclès, un décret qui prescrit une revision complète des listes. Tous ceux dont les droits ne seront pas établis, seront exclus par un vote de l'assemblée plénière et les phratores qui les ont introduits payeront 100 drachmes d'amende. Le décret ajoute que, pour l'avenir, l'appel seul aura lieu devant cette assemblée; il ne dit pas clairement qui prononce en première instance; mais comme il attribue à l'*oikos Dekeleiôn* le droit d'envoyer cinq de ses membres âgés d'au moins trente ans, comme avocats d'office chargés de combattre l'appel, il y a lieu de croire que c'est cet *oikos* qui avait rendu la sentence primitive. Il n'est pas aisé de déterminer ce qu'on entend par *oikos*; on a proposé d'y voir le *génos* primitif, noyau de la phratrie; pour d'autres, c'est le groupe, évidemment plus large, des Démotionides domiciliés à Décélie même (1).

Le décret de Hiéroclès a été modifié quelques années plus tard par celui de Nicodème que j'ai analysé ci-dessus.

De tous ces renseignements il ressort à l'évidence que les inexactitudes au sujet de l'état civil étaient très grandes à Athènes, et cela non seulement au point de vue de l'exercice des droits publics, mais au sein même de la famille et en ce qui concerne la possession des droits privés. En réalité, l'état civil officiel n'existait pas.

Quelles preuves pouvait-on fournir de la légitimité d'un enfant? En premier lieu la déclaration du père, et s'il doutait lui-même de sa paternité, l'affirmation solennelle de la mère. Mais si, pour une cause quelconque, la déclaration du père faisait défaut, ou si, après sa mort, elle était contestée, il fallait établir le fait du mariage. Sa démonstration extérieure la plus manifeste était la présentation de l'épouse au sein de la phratrie, mais elle ne pouvait être attestée en justice que par voie de témoignage.

Un autre moyen de preuve était l'engagement préalable en vertu duquel les conjoints étaient unis. C'est l'*enguêsis* ou remise de la femme au mari par celui qui avait autorité sur elle. Le mot *enguêsis*, dérivé de γυῖον, la main, nous rappelle la *conventio in manum* romaine.

---

(1) Οἶκος, en matière de parenté, désigne d'ordinaire une branche; nous disons de même la *maison* d'Orléans; dans le plaidoyer contre Macartatos, Démosthène énumère les différents οἶκοι issus de Busélos. Pour les familles eupatrides, l'οἶκος est donc une subdivision du *génos*, et c'est ainsi que le terme οἰκεῖοι s'applique à un degré de parenté pour lequel il n'existe pas de correspondant exact en français. Les interprétations diverses données à l'expression οἶκος Δεκελειῶν par Szanto, Töpffer, Wilamowitz, ne me paraissent pas décisives.

Elle était accompagnée d'un festin nuptial dont le souvenir constitue dans la suite l'une des preuves les plus sûres du mariage. Dans le plaidoyer d'Isée pour la succession de Ciron, les demandeurs établissent que leur père, en épousant la fille de Ciron, a invité à des banquets ses parents et ses amis; ils ajoutent que leur grand-père maternel a célébré par deux festins de noces les deux mariages successifs de leur mère. (VIII, 18 et 9.)

Dans l'affaire contre Eubulide (Démosthène, § 43), on appelle comme témoins du mariage de Nicarète avec Thucritos les membres de la phratrie faisant partie de la famille de l'épousée et auxquels son père a offert le repas de noces.

En sens inverse, quand il s'agit de la succession de Pyrrhus, son neveu qui revendique l'héritage contre Philé, fille de Pyrrhus, dont il conteste la légitimité, s'appuie sur l'absence de festin nuptial pour prouver que la mère de Philé n'était pas la femme de Pyrrhus. « S'il l'eût prise vraiment pour épouse, lui qui avait un bien de trois talents dans le dème, il eût été obligé de donner, à l'occasion des Thesmophories, un banquet aux femmes du dème, et de s'acquitter des autres charges qui conviennent de la part d'un citoyen aussi riche. Or, il n'apparaît nullement que Pyrrhus ait fait rien de semblable. Les phratores ont déposé sur ce point; prenez aussi, greffier, le témoignage des citoyens de son dème. » (Isée, III, 80.)

Un document d'un caractère plus authentique pouvait encore être invoqué : c'était la constitution de dot. Elle était généralement contemporaine de l'*enguésis* et consistait dans l'engagement par le père ou le tuteur de remettre à la jeune épouse un certain capital ainsi que son trousseau : *proix* ou *pherné,* dot ; *esthés,* trousseau.

Des inscriptions de Myconos, l'une des Cyclades, nous ont conservé plusieurs exemples de ces contrats.

« Callixénos a marié sa fille Timocratè à Rhodoclès et lui a constitué une dot de 700 drachmes, sur laquelle un trousseau de 300. Rhodoclès reconnaît avoir reçu le trousseau et 100 drachmes ; pour les 300 qui restent, Callixénos a hypothéqué à Rhodoclès sa maison sise dans la ville et touchant la maison de Ctésidémos, fils de Chœrélas. »

« Ctésion a marié sa fille Hermoxénê à Hiéronidès et lui a donné en dot 1,600 drachmes et la maison d'Archinos, touchant à la maison de Callippos, fils d'Héras ; de plus, une servante du nom de Syra et une autre servante... »

« Ctésonidès a donné en mariage sa sœur Dikaiê à Pappias et lui a constitué une dot de 1,000 drachmes d'argent avec un trousseau de 300. Pappias reconnaît avoir reçu le trousseau et 100 drachmes d'argent (1). »

La dot, administrée par le mari, demeurait la propriété de la femme, et à la dissolution du mariage, soit par la mort, soit par le divorce, elle devait être restituée. On finit par la considérer comme la garantie essentielle d'une union durable ; les mœurs rendaient très aisée la répudiation de la femme, mais la menace d'avoir à rendre la dot était souvent pour le mari un frein efficace. Aussi un mariage sans constitution de dot ne semblait-il qu'une liaison fragile.

---

(1) *Recueil des inscriptions juridiques grecques,* par Dareste, Haussoullier et Th. Reinach. pp. 50 et suiv.

Le plaidoyer pour la succession de Pyrrhus dont il a été question plus haut, fournit à la fois la preuve des difficultés qu'il pouvait y avoir à constater un mariage et de l'importance qu'on attachait à la dot. Il s'agit de savoir, on se le rappelle, si Philé est la fille légitime de Pyrrhus et par conséquent si ce dernier a épousé la mère de la jeune femme. C'est ce qu'avaient soutenu Xénoclès, son époux, débouté dans une première affaire, et Nicodème, son oncle maternel. L'héritier légitime poursuit ce dernier pour faux témoignage; il insiste d'abord sur le fait que Nicodème en mariant sa sœur n'aurait, à ses propres dires, appelé qu'un seul témoin. « Mais je m'étonne surtout », continue-t-il, « qu'aucun contrat relatif à une dot n'ait été fait, ni par celui qui la fournissait, ni par celui qui la recevait. Si Nicodème a donné une dot à Pyrrhus, il était vraisemblable que les témoins que l'on dit avoir assisté (1) au mariage attestassent également la remise de cette dot; si, au contraire, notre oncle, enflammé par la passion, a consenti à prendre une telle femme sans dot, il apparaît que Nicodème avait encore beaucoup plus de motifs de faire affirmer devant témoins par Pyrrhus qu'il avait reçu la dot; car c'était le moyen de l'empêcher, s'il lui en venait le caprice, de la répudier! » (III, 28.) Et plus loin : « Assurément un homme qui déclare avoir marié sa sœur sans s'inquiéter de la dot, est convaincu de mentir avec impudence. Que gagnais-tu en effet à marier ta sœur, si celui à qui tu la remettais était libre de s'en débarrasser quand il lui aurait plu? Or, c'était bien le cas, puisqu'il n'y avait aucune convention de dot. Et l'on croirait que Nicodème a marié sa sœur à notre oncle de cette manière! Lui qui savait que, dans ses unions antérieures, elle n'avait jamais eu d'enfant et qui n'ignorait pas qu'en vertu de la loi, si elle décédait sans postérité, la dot convenue avec le mari devait lui revenir à lui-même! » (III, 35-36.)

---

(1) *Les témoins*, car si Nicodème reconnaissait n'en avoir appelé qu'un seul, les trois oncles de Pyrrhus attestaient avoir, à sa demande, assisté au mariage.

Il est donc visible que la constitution de dot, réelle ou fictive, était la meilleure sauvegarde de la femme, sans cesse mise en péril de perdre sa situation conjugale.

Rien de plus fréquent, rien de plus aisé que le divorce, pour le mari du moins. Quant à la femme qui se plaignait de son époux, il lui fallait l'assentiment de l'archonte pour obtenir la séparation. Mais le mari n'était guère retenu que par une seule considération, celle de la dot.

Avec les idées modernes, on trouvera choquante la désinvolture avec laquelle les Grecs se débarrassaient de leurs compagnes quand elles avaient cessé de leur agréer. Le plus illustre de tous, Périclès, que nous sommes habitués à considérer comme la personnification de la sagesse, du goût, de la mesure, n'a-t-il pas passé sa femme à un autre mari, afin de pouvoir plus décemment se rapprocher lui-même de la séduisante Aspasie? (Plutarque, *Périclès*, 24.)

Ces transferts opérés souvent par la seule volonté du mari ne sont pas chose rare. Démosthène, dans son plaidoyer pour Phormion, en cite plusieurs exemples. Il ne faut pas s'étonner, dit-il, que le banquier Pasion ait légué, en mourant, sa femme à son ancien esclave qui continuait sa banque. N'a-t-on pas vu le banquier Socratès céder de son vivant sa femme à son affranchi Satyros, Soclès agir de même en faveur de son affranchi Timodémos? Strymodore a donné sa femme et, quand celle-ci fut morte, sa fille, à son affranchi Hermaios. (§ 28-29.)

On sait qu'il y avait des cas où la *rupture du mariage* s'imposait. Quand une femme devenait épiclère, c'est-à-dire qu'elle était appelée, à défaut de fils, à recueillir la succession de son père, elle était contrainte de se mettre à la disposition de son plus proche parent. Était-elle déjà mariée, il lui fallait alors quitter son mari, et un fait emprunté au plaidoyer d'Isée pour la succession d'Aristarque montrera comment des parents indélicats pouvaient abuser de cette prérogative pour intimider un citoyen. Une fille d'Aristarque était devenue épiclère : sa sœur et l'un de ses frères étaient morts, l'autre frère avait passé par adoption dans une autre famille. On la maria et certes le mari aurait dû revendiquer l'héritage paternel. Il négligea cependant de le faire. « En effet », dit son fils qui est demandeur dans l'affaire, « mon père ne pouvait se décider à cette poursuite; chaque fois qu'à la demande de ma mère il en parlait aux parents qui s'étaient mis injustement en possession, ils le menaçaient de lui retirer sa femme, s'il ne se contentait pas de la seule dot qu'elle lui avait apportée. Et mon père, plutôt que de perdre sa femme, aurait renoncé à un héritage double de celui-ci. » (X, 19.) Ce scrupule témoigne en faveur du mari. Mais le fils, plus positif, ce semble, expose avec douleur le tort grave que l'on a fait à sa mère quand on lui a donné son époux : « Aristomène, frère d'Aristarque, et par conséquent oncle de la jeune fille, aurait dû la réclamer en mariage; au lieu de cela, il l'a fiancée à mon père... » (X, 6.)

De même, si un homme acquiert par droit de proximité l'avantage d'épouser une épiclère, il n'hésitera guère à se séparer de sa première femme. Démosthène, dans son plaidoyer contre Eubulide, raconte comment Protomaque, époux de Nicarète, s'étant trouvé dans cette situation, persuada à son ami Thucritos de lui rendre l'excellent service de prendre pour lui-même ladite Nicarète. Il adoucissait de la sorte la rigueur de la répudiation (§ 41).

Le père de famille avait, lui aussi, le droit strict de rompre le mariage de ses filles si elles n'en avaient pas conservé d'enfants, et peut-être même sans aucun motif sérieux.

Ciron avait épousé une sœur de Dioclès ; les deux fils issus de cette union étaient morts. Néanmoins, dit Isée, Dioclès ne remaria pas sa sœur à un autre homme ; car il craignait qu'en la séparant de son vieux mari, il n'encourageât celui-ci à disposer de ses biens en faveur d'étrangers. (VIII, 36.) C'est une considération d'intérêt qui seule le détermine à laisser subsister le mariage.

Polyeucte, du dème de Thriasios, avait deux filles ; il donne l'une à son beau-frère Léocratès qu'il accepte comme fils adoptif. Mais ensuite une brouille survient ; l'adoption est annulée, et du même coup, Polyeucte retire sa fille et la passe à un deuxième époux, Spudias. (DÉMOSTHÈNE contre *Spudias*, 4.)

Cette instabilité conjugale compliquait nécessairement le problème de la légitimité des enfants. Pour leur réception dans la famille, le fait essentiel était la déclaration du père qui, en thèse générale, était décisive. Andocide rapporte que le *génos* des Céryces fut obligé d'inscrire un enfant incestueux pour se conformer à sa loi : il suffisait que le père déclarât qu'il était son fils légitime. (*Sur les mystères*, § 127.)

Dans la phratrie, le même serment est exigé, mais il est permis d'en contester la valeur. Le silence des assistants est invoqué comme une preuve décisive. « Lorsque nous fûmes nés », disent les petits-fils de Ciron, « notre père nous introduisit au milieu des phratores; il jura conformément aux lois que nous étions issus d'une citoyenne à lui unie par contrat. Aucun des phratores ne le contredit et n'essaya de soutenir qu'il ne disait pas la vérité; cependant ils étaient nombreux et ils examinaient le cas avec attention. » (Isée, VIII, 19.)

Mais on conçoit que les collusions étaient aisées, et qu'un homme qui désirait par affection paternelle, par faiblesse, par amour, reconnaître des enfants, même s'ils n'étaient pas les siens, pouvait sans trop de peine tromper la religion de ses confrères. Qui se serait flatté de suivre, sans s'égarer, toutes les péripéties des unions et des divorces?

L'une des causes les plus curieuses à cet égard est celle que Mantithée soutient contre Boiotos. Démosthène y a consacré deux plaidoyers. Dans l'un, comme on l'a vu plus haut, Mantithée revendique la possession exclusive du nom qu'il porte et que lui dispute son adversaire. Dans l'autre, il s'agit de la dot de la mère de Mantithée que Boiotos soutient appartenir à sa propre mère.

Mantias, père de Mantithée, avait eu une liaison avec une femme nommée Plangon. Elle était de famille honorable, fille d'un homme qui avait joui d'une grande fortune, mais qui, frappé nous ne savons de quelle condamnation, était mort débiteur de cinq talents (environ 30,000 francs) envers le trésor public. C'est probablement à la suite de cette déchéance que la jeune femme avait accepté une situation douteuse auprès de Mantias.

Les adversaires du fils légitime soutiennent que Plangon a réellement été l'épouse de Mantias et qu'il est le père de ses deux enfants, Boiotos et Pamphile. Mantithée conteste le fait même de la paternité, mais il est obligé d'avouer que les enfants ont été reconnus et inscrits dans la phratrie. Seulement, c'est par une ruse de Plangon que Mantias a eu la main forcée; il résistait d'abord, et sans doute, sur la réclamation de Boiotos, sa mère allait être appelée à prêter le serment par lequel elle désignait Mantias comme le père. A la demande de Mantias, qui occupait des fonctions publiques et redoutait le scandale, elle s'engagea secrètement, moyennant le payement de trente mines, à décliner cette offre et à faire adopter son fils par un de ses frères. Mais devant le juge, elle ne tint point sa promesse, et comme la mère était en cette matière crue sur parole, force fut à Mantias de s'exécuter.

Voilà donc les fils de Plangon inscrits dans la phratrie. On doit se demander à quel titre. Il n'est pas possible d'admettre qu'un homme pût y introduire des enfants quelconques, puisque la formule *ex astês kai enguêtês* exclut cette hypothèse. Mantias était-il réellement l'époux de Plangon? M. Gilbert, dans la seconde édition de son Manuel d'antiquités (1), est disposé à le croire. Mantithée, dit-il, conteste la dot que réclame Boiotos; il ne conteste pas le fait du mariage. L'argument ne me paraît pas bien convaincant, car on sait que la dot était précisément le signe le plus apparent du mariage; en outre, on ne voit pas sur quoi Mantithée aurait pu se fonder pour soutenir que Plangon avait dû recourir à un artifice vraiment sacrilège pour circonvenir son époux légitime; l'affirmation que les deux enfants n'étaient pas de Mantias est alors singulièrement audacieuse.

---

(1) G. Gilbert, *Handbuch der griechischen Staatsalterthümer*, I², 1893, pp. 210 et 511.

Un autre philologue, Buermann (1), a proposé une explication qui a été acceptée par Philippi (2), par Busolt (3), et à laquelle Gilbert lui-même s'était rangé dans sa première édition. Il a exprimé l'avis que les Athéniens admettaient une sorte de demi-mariage, analogue au concubinat romain; les enfants qui en étaient issus auraient été, sur la reconnaissance du père, introduits dans la phratrie et admis conséquemment au culte de la famille et même à la succession. M. Caillemer (4), tout en concédant que ces unions d'ordre inférieur produisaient certains effets juridiques, comme nous le verrons plus loin, se refuse à croire qu'elles donnaient aux enfants les droits de famille.

L'introduction des fils de Plangon dans la phratrie de Mantias demeure alors inexplicable.

Même embarras à propos du plaidoyer qu'Isée consacre à la succession de Philoctémon. Il s'agit ici d'un héritage disputé par un fils adoptif et par un personnage qui se dit le frère consanguin du défunt.

Le vieil Euctémon, père de Philoctémon, avait eu de son épouse légitime trois fils et deux filles; mais parvenu à un âge avancé, il n'avait conservé que deux petits-enfants nés de ses filles, et dont un seul garçon. Ce garçon avait été adopté par son oncle Philoctémon, qui n'avait point de descendants lui-même. C'est le demandeur Chérestrate.

---

(1) Ouvrage cité (*Jahrbücher für classische Philologie*, Supplementband IX, pp. 569 et suiv.)

(2) Philippi (*ibid.*, t. CXIX, p. 413).

(3) Busolt, *Die griechischen Staats- und Rechtsaltertümer*, 2e Aufl., p. 201.

(4) *Dictionnaire des antiquités*, de Saglio, *Concubinatus*, p. 1435.

Or, Euctémon, qui atteignit ses quatre-vingt-seize ans, s'était épris d'une fille nommée Alcée ; d'origine servile et dressée, dès l'enfance, à la galanterie, elle avait si bien circonvenu le bonhomme, qu'il avait fini par habiter chez elle, au faubourg, abandonnant sa maison d'Athènes, sa femme et sa famille.

Cette Alcée était déjà mère de deux enfants ; elle persuada au vieillard de reconnaître le garçon, Antidore, et de l'introduire dans sa phratrie. Mais un fils d'esclave ne pouvait, en aucune façon, être admis au bénéfice des droits du citoyen. Il fallut imaginer un roman pour attribuer à Antidore une naissance libre. Les adversaires de Chérestrate viennent déposer qu'Euctémon avait épousé une certaine Callippe, qui est la mère d'Antidore.

L'orateur répond que Callippe n'a point existé, que nul ne la connaît, et des témoins de la phratrie affirment qu'ils n'ont jamais entendu parler de cette femme.

Le plus curieux dans l'affaire, c'est qu'aucune allusion n'est faite à la bigamie dont se serait rendu coupable Euctémon. Il avait encore sa première épouse ; elle lui a même survécu ; car, lorsqu'il meurt dans la maison d'Alcée, ce n'est que tardivement que l'on va avertir la veuve et ses deux filles. Si l'on plaide qu'Euctémon a épousé Callippe, il faut donc admettre qu'un Athénien pouvait être l'époux de deux femmes légitimes à la fois.

On est contraint à la même conclusion par un autre incident de ce procès. Le vieillard, qui était résolu à inscrire dans sa phratrie l'enfant d'Alcée, s'était heurté d'abord à la résistance de son fils Philoctémon, encore vivant à cette époque. Il annonce alors qu'il va se marier immédiatement avec la sœur de Démocratès, et il met sa menace à exécution; sa famille, craignant que ce ne soit un prétexte pour simuler une autre paternité, renonce à son opposition; elle permet qu'Antidore soit présenté aux phratères. A ce prix, Euctémon rompt sa nouvelle union. (VI, 22-24.)

On dira peut-être qu'en quittant la maison conjugale et en s'établissant chez Alcée, il avait, en réalité, signifié le divorce et que son premier mariage était rompu. Cela ne ressort nullement du langage d'Isée; il s'indigne qu'on ait osé écarter de son lit de mort son épouse et ses enfants, et d'ailleurs la répudiation par le mari avait pour première conséquence d'obliger la femme à abandonner sa demeure.

Le cas de Mantias, qui introduit comme légitimes dans la phratrie les fils de Plangon, a été invoqué dans le même sens; car sa première épouse vivait encore à l'époque où ces enfants lui étaient nés.

Le plaidoyer d'Andocide pour les mystères nous fournit un exemple analogue, mais d'une rare infamie. Callias avait épousé la fille d'Ischomaque; l'année n'était pas écoulée qu'il s'adjugea par surcroît la propre mère de sa jeune femme, et qu'il eut l'audace de présenter à ses gennètes le produit de cette union incestueuse. Andocide stigmatise avec force ce crime exécrable. « Vit-on jamais en Grèce », dit-il, « un homme épouser à la fois la mère et la fille? » (*Sur les mystères*, § 128.) Mais le fait même de la bigamie ne lui inspire ni étonnement ni indignation.

Du plaidoyer de Lysias au sujet des biens d'Aristophanès (XIX, 36, 44), on peut tirer, ce semble, la conclusion que le stratège Conon et son ami Nicophème avaient chacun une femme et un enfant à Chypre en même temps qu'un ménage à Athènes, et de la même façon, dans le *Phormion* de Térence, qui est imité de l'*Epidikazoménos* d'Apollodore de Karistos, on voit Chrémès marié à Athènes, marié à Lemnos (*uxorem Lemni habuit aliam*, v. 942), et cette seconde épouse lui donne une fille qui est qualifiée d'*ingenua, liberalis, civis attica* (v. 168, 114).

On sait enfin que des auteurs anciens parlent de la bigamie de Socrate : Athénée, qui s'appuie sur Aristote et plusieurs péripatéticiens (XIII, 2), Plutarque (*Aristide*, 37, 4), Diogène de Laërte (II, 26), Porphyre, cité par Cyrille d'Alexandrie et par Théodorétos de Cyrène, racontent, avec quelques divergences de détails, que l'une de ses femmes était Xanthippe, dont il eut son fils aîné Lamproclès, et l'autre Myrto, descendante d'Aristide. Socrate l'avait prise quoique pauvre et sans dot, parce qu'il honorait en elle le grand citoyen dont elle était issue. Il en eut deux fils : Sophronisque et Ménéxène.

M. Caillemer se refuse à ajouter foi à ces récits : « Comment les ennemis de Socrate se seraient-ils abstenus », dit-il, « de se moquer des deux mariages simultanés du philosophe? » Mais, en supposant même qu'il n'y ait là qu'une invention tardive et mensongère, n'est-il pas au moins étrange que des historiens aient pu la mentionner sans dire un mot de son invraisemblance ? Bien au contraire : Diogène de Laërte (II, 26) ajoute que les Athéniens, pendant la guerre de Péloponèse, furent amenés par la pénurie d'hommes et la nécessité de repeupler la cité à voter un décret en vertu duquel chaque citoyen était autorisé à prendre, outre son épouse légitime, une deuxième femme pour en avoir des enfants : γαμεῖν μὲν ἀστὴν μίαν, παιδοποιεῖσθαι δὲ καὶ ἐξ ἑτέρας. Ce texte même, que l'on peut supposer d'ailleurs n'être que l'affirmation d'un antique usage, établit une différence sensible entre ces deux unions simultanées. Et c'est ici qu'il faut revenir à l'opinion de Buermann sur l'existence d'un concubinat légal à Athènes.

La bigamie réelle, l'existence d'un double mariage qui impliquerait la présence de deux épouses dans la maison conjugale, est, en effet, si formellement contredite par toutes les traditions helléniques qu'il ne semble pas possible de l'accepter.

Mais il en est autrement de cette forme inférieure d'union sans laquelle, si l'on écarte l'hypothèse de la bigamie, on ne peut rendre compte d'aucun des faits qui viennent d'être rappelés. La seconde femme que l'on attribue à Socrate est alors bien plutôt une femme de second rang. Et de même pour la liaison de Mantias avec Plangon, d'Euctémon avec Alcée.

On a fréquemment invoqué pour combattre cette thèse un passage de Démosthène qui me paraît établir bien nettement, au contraire, la différence que faisaient les Athéniens entre deux espèces d'unions moins solennelles que le mariage. « Nous avons », dit-il dans le plaidoyer contre Néæra, « des compagnes (ἑταίρας) pour le plaisir, des maîtresses (παλλακὰς) pour notre entretien journalier, des épouses pour en obtenir des enfants légitimes. » (§ 122.)

Que l'épouse soit ici définie comme étant par excellence la mère des enfants légitimes, il n'y a pas lieu de s'en étonner, et le paragraphe qui précède immédiatement dans le discours ne fait qu'insister sur la même idée :

« Se marier (συνοικεῖν, littéralement habiter ensemble) (1), c'est avoir des enfants, introduire ses fils dans la phratrie et dans le dème, remettre comme père ses filles à des maris. » Mais faut-il en conclure qu'en s'exprimant de la sorte, Démosthène exclue de propos délibéré les enfants de la pallaque de tous les avantages assurés à ceux de l'épouse? On remarquera qu'il assigne à la pallaque le rôle de ménagère, c'est-à-dire une mission régulière et bien ordonnée; il la place assurément au-dessus de l'*hétaira*, compagne de simple caprice. Des exemples convaincants prouvent que la durée même de la vie en commun n'a pas pour effet de transformer une *hétaira* en *pallaké*. Stéphanos a passé de longues années avec Néæra; cependant il plaide qu'elle n'a jamais été pour lui qu'une *hétaira*. Quand on veut contester les droits de Philé, fille de Pyrrhus, on soutient que sa mère n'avait que la condition d'*hétaira*. C'est dire qu'il manquait à ces liaisons un élément essentiel.

Et, en effet, la *pallakia* nous apparaît comme un rapport assujetti à certains usages et dont la base est un véritable contrat. « Quand on remet », dit Isée, « une de ses proches comme *pallaké*, on a soin de stipuler pour elle des avantages pécuniaires. » (III, 39.) On voit ainsi clairement que des familles pauvres s'accommodaient d'une situation médiocrement honorable, mais à laquelle la constitution d'une dot assurait une stabilité réelle. La jeune et élégante Plangon (εὐπρεπῆς τὴν ὄψιν οὖσα), fille d'un citoyen jadis opulent, mais ruiné, n'avait pas reculé devant cette nécessité. La dot, en pareil cas, était fournie, non par les parents de la femme, mais par celui même dont elle allait partager la vie, et dans ces conditions, la répudiation entraînait pour lui un sacrifice plus considérable que s'il s'était agi d'un mariage en règle.

---

(1) Συνοικεῖν doit généralement être pris dans le sens d'*être marié;* le terme est employé parfois cependant dans des cas où il ne peut être question d'un véritable mariage. C'est ainsi qu'Andocide parle de l'union de Callias avec sa belle-mère : Γαμεῖ μὲν Ἰσχομάχου θυγατέρα· ταύτῃ δὲ συνοικήσας οὐδ' ἐνιαυτὸν τὴν μητέρα αὐτῆς ἔλαβε, καὶ συνῴκει... τῇ μητρὶ καὶ τῇ θυγατρί. (§ 124.)

Peut-on parler ici d'une *enguésis?* Il semble que rien ne s'y oppose, et c'est ainsi que la formule du serment réclamé du père qui introduisait ses enfants dans la phratrie comme nés ἐξ ἀστῆς καὶ ἐγγυητῆς, *d'une mère citoyenne et unie par contrat*, s'appliquerait aussi bien au mariage légitime qu'à l'union en quelque sorte morganatique avec la *pallaké.*

Le caractère sérieux et vraiment légal de ce genre d'union est attesté d'une manière singulièrement puissante par une loi de Dracon dont Démosthène a fait donner lecture dans le procès contre Aristocratès. Cette loi déclarait excusables certains cas de meurtre involontaire, et de plus le meurtre du séducteur surpris avec la femme, la mère, la sœur, la fille du meurtrier ou *avec la pallaké qu'il tient pour en avoir des enfants libres :* ἐπὶ παλλακῇ ἣν ἂν ἐπ' ἐλευθέροις παισὶν ἔχῃ. (§ 51; voy. aussi Lysias, sur le meurtre d'Ératosthène, § 31.)

On a voulu affaiblir la portée de cette disposition, en disant qu'elle faisait allusion à des enfants *libres* et non à des enfants *légitimes*. J'avoue ne pas saisir cet argument. Conçoit-on l'idée de prendre une maîtresse en vue expresse d'en avoir des enfants, si ces enfants ne doivent pas être légitimes et s'ils demeurent exclus de toute participation aux droits de famille ?

Le droit civil athénien reconnaissait donc des concubines légales, et c'est dans cette catégorie qu'il faut ranger la deuxième femme de Socrate, que ce fût d'ailleurs Myrto ou Xanthippe; de même la deuxième femme qu'Aulu-Gelle attribue à Euripide, malgré sa misogynie sans doute plus théorique que pratique (1).

Le double ménage de Conon et de Nicophème et celui du personnage de la comédie de Térence ont la même explication.

Dans les procès auxquels nous avons fait des emprunts, nous sommes amené à considérer comme pallaques : Plangon pour Mantias, Alcée et la sœur de Démocratès pour Euctémon, la veuve d'Ischomaque, Chrysiade, pour Callias (Andocide, *Sur les mystères*, 127), la mère de Philé pour Pyrrhus. Au sujet de cette dernière, Philippi (*Jahrbücher für classische Philologie*, t. CXIX, p. 414) a fait quelques objections sérieuses : Pyrrhus n'a pas introduit sa fille dans la phratrie; il a légué sa fortune par adoption testamentaire à son neveu Endios, sans exiger qu'il épousât Philé. Mais on répondra que Philé était tout enfant à la mort de son père et qu'Endios, douze ans plus tard (III, §§ 31 et 1), prit soin de la marier à un Athénien considéré. Il est peu vraisemblable qu'il eût agi ainsi si aucun lien durable n'avait rattaché la mère de Philé à Pyrrhus, et si cette femme, comme le soutient l'orateur, n'avait été qu'une banale courtisane.

Il y a plus : le texte d'Isée (§ 49) porte qu'il lui remit une dot de 3,000 drachmes, et l'on verra que le père lui-même ne pouvait distraire de sa succession en faveur d'un enfant bâtard plus de 1,000 drachmes (1).

---

(1) Aulu-Gelle paraît même suggérer cette explication que la misogynie d'Euripide était due au fait qu'il avait deux femmes : mulieres fere omnes in majorem modum exosus fuisse dicitur, sive quod natura abhorruit a mulierum cœtu, *sive quod duas simul uxores habuerat*... (XV, 20.)

En résumé, la caractéristique essentielle d'un vrai mariage était l'introduction de l'épouse, opérée conformément au rite, avec sacrifice solennel, dans la phratrie. La dot et le contrat trouvaient leur place dans l'union avec la *pallakê;* mais la *pallakê* n'était pas officiellement agrégée à la famille de son conjoint; elle demeurait dans sa propre phratrie; elle gardait, à côté de ses proches, sa place dans les cadres où elle était née.

Ses enfants, toutefois, pouvaient être introduits par le père, comme s'ils étaient strictement légitimes, dans le cercle de sa parenté.

Il faut ici cependant rencontrer un texte de loi fréquemment cité par les auteurs et qu'Aristophane (*Oiseaux*, v. 1660) fait remonter à Solon, bien que, sous la forme qui nous est transmise, il ne paraisse dater que de l'archontat d'Euclide :

νόθω δὲ μηδὲ νόθῃ μὴ εἶναι ἀγχιστείαν μήθ' ἱερῶν μήθ' ὁσίων ἀπ' Εὐκλείδου ἄρχοντος (Isée, VI, § 47 ; Démosthène contre *Makartatos*, § 51), c'est-à-dire que le *nothos* (enfant naturel), garçon ou fille, ne participe dans la famille ni aux choses sacrées, ni aux choses profanes.

Ce texte ne peut suffire à écarter l'enfant de la pallaque. Que faut-il entendre, en effet, par *nothos?* La traduction : naturel ou illégitime, ne correspond pas au terme grec. Car le *nothos* est aussi bien l'enfant né d'un Athénien et d'une étrangère, c'est-à-dire de deux personnes qui n'ont pas l'épigamie, que l'enfant né d'une union libre entre Athénien et Athénienne.

---

(1) Il est vrai que quelques lignes plus loin, l'orateur, qui a évalué la fortune de Pyrrhus à trois talents, déclare invraisemblable qu'on n'ait pas même donné à une fille légitime le dixième des biens du père. Ces chiffres ne concordent évidemment pas, car le dixième de trois talents serait 1,800 drachmes.

Dans toute société à base génétique, le fils d'une étrangère est nécessairement exclu de la cité. Solon a dû sanctionner ce principe. En pratique, cependant, il fut mal observé, et l'on sait que Clisthène, Thémistocle, Cimon, qui avaient pour mères des étrangères, n'en occupèrent pas moins des fonctions importantes. Quand la population d'Athènes eut pris un accroissement considérable, on jugea nécessaire de couper court à cet envahissement, et en 351, Périclès, à l'occasion d'une distribution de blé venu d'Égypte, fit décréter de nouveau l'application rigoureuse de la loi. Personne n'ignore que par une cruelle ironie du sort, le promoteur de cette disposition dut solliciter lui-même une dérogation en faveur du fils que lui avait donné l'Ionienne Aspasie. Il est probable, toutefois, que c'est par la voie de la naturalisation que le jeune Périclès fut introduit dans la cité.

Pendant la guerre du Péloponèse, nouveau relâchement; la disette d'hommes rendait sans doute cette tolérance nécessaire, mais après la défaite, une fois la paix conclue et la démocratie restaurée sous l'archontat d'Euclide, on en revint à la sévérité primitive.

Les orateurs font des allusions fréquentes à cette disposition légale. « Si notre adversaire », dit le demandeur dans le plaidoyer d'Isée pour la succession de Ciron (VIII, § 43), « vous persuade que notre mère n'est pas citoyenne, nous ne sommes pas nous-mêmes citoyens, puisque nous sommes nés depuis Euclide. »

Ouvrons le plaidoyer de Démosthène contre Eubulide

(§ 30) : Euxithée, que l'on a injustement rayé de son dème, établit que son père était citoyen, car du côté paternel comme du côté maternel il était Athénien; d'ailleurs, ajoute-t-il, sa naissance est antérieure à l'archontat d'Euclide.

Quant aux bâtards proprement dits, c'est-à-dire aux enfants nés de parents athéniens en dehors de l'union conjugale, j'ai déjà exprimé l'opinion, conforme à celle de M. Caillemer, qu'ils ne pouvaient être exclus de toute participation aux droits publics.

« N'eût-il pas été bizarre », dit-il, « que le fils d'un Athénien et d'une étrangère eût été citoyen, tandis que le fils d'un Athénien et d'une Athénienne eût été étranger? » On pourrait répondre avec Zimmermann (1) que, dans le dernier cas, le père était en réalité inconnu, tandis que tous les exemples cités de fils d'étrangères devenus citoyens supposent entre les parents une union durable, régulière, ayant tous les caractères extérieurs d'un vrai mariage.

J'invoquerai cependant à l'appui de la thèse de M. Caillemer la circonstance que les enfants de Plangon, *avant d'être reconnus par Mantias,* avaient pris part aux chœurs de danse dans la phyle de leur mère. (Démosthène contre *Boiotos*, I, §§ 23-25, 30.) Une fois inscrits dans la phratrie de leur père, ils passèrent de la phyle Hippothontis, à laquelle appartenait Plangon, à la phyle Akamantis. Ils avaient donc, antérieurement déjà, été classés parmi les autres jeunes citoyens. On a soutenu, il est vrai, que cette faveur résultait précisément du fait que leur mère était la maîtresse en titre de Mantias. Il me semble cependant qu'avant d'être introduits par leur père dans sa phratrie, ces enfants ne possédaient aucun moyen d'établir leur état civil et de profiter de cette quasi-légitimité.

---

(1) Zimmermann, *De nothorum Athenis condicione,* Berlin, 1886.

Quoi qu'il en soit, la question de savoir si les *nothoi*, fils d'Athéniennes, étaient admis à l'exercice des droits politiques, demeure assez douteuse. Ce n'est pas ici le lieu de la discuter à fond. Ce qui n'est pas contestable, c'est que l'ἀγχιστεία, la communauté du culte et les autres droits privés n'existaient pas pour eux dans la famille de leur père. On a même conjecturé que pour être admis dans la phratrie de leur mère, ils devaient avoir été adoptés par l'un de ses proches. Le père qui les reconnaissait n'était autorisé à leur transmettre qu'une part restreinte de son héritage, la νοθεῖα, qui ne pouvait dépasser 1,000 drachmes (d'autres disent 500).

Or, pareille restriction n'est indiquée nulle part pour les enfants de la παλλακὴ; dans toutes les contestations judiciaires où nous les avons rencontrés, c'est de la succession même qu'il s'agit et non d'une quotité étroitement limitée. Dès que l'enfant était reconnu par le père, régulièrement présenté et inscrit dans la phratrie, il nous apparaît comme γνήσιος; il est assimilé aux enfants légitimes, et c'est ainsi que Mantithée n'a pu refuser aux fils de Plangon, admis dans la phratrie, les deux tiers des biens de Mantias. (I, § 6.)

Mais il convient ici de revenir au plaidoyer de Démosthène contre Néæra, où les adversaires de cette thèse cherchent, on l'a déjà vu, leur principal argument. L'affaire présente un grand intérêt par le jour qu'elle projette sur la vie privée des Athéniens, et particulièrement sur le point que j'ai signalé au début de cette étude, le manque de précision de l'état des personnes et les embarras qui pouvaient en résulter pour les citoyens, même du plus haut rang.

Phano, fille d'une courtisane d'origine servile et étrangère, avait été mariée à un Athénien nommé Phrastor, qui la croyait citoyenne. Averti de son erreur, il la répudie; toutefois, au cours d'une maladie grave, il se décide à reconnaître leur enfant et le présente à son *génos,* les Brytides, qui refusent de l'admettre. Phrastor n'appela point de cette décision auprès de la phratrie.

Quant à Phano, après avoir mené quelque temps une vie des plus irrégulières et avoir été l'objet d'un procès scandaleux et d'une décision d'arbitrage plus scandaleuse encore, en vertu de laquelle son beau-père s'engageait à la livrer à un certain Epænétos chaque fois qu'il viendrait d'Andros à Athènes, elle trouva le moyen de contracter un second mariage, et cette fois avec l'un des premiers magistrats de la cité, l'archonte-roi Théogène. Il faut se rappeler que l'archonte-roi avait une situation exceptionnelle, à cause des sacrifices qu'il célébrait et auxquels sa femme, la *Basilissa,* prenait part. Phano, l'étrangère, fille de courtisane, répudiée par un premier époux, courtisane elle-même, maîtresse à gages d'un citoyen d'Andros, avait pénétré dans les sanctuaires qui demeuraient fermés à toute autre Athénienne, elle était devenue l'épouse mystique de Dionysos. Lorsque ces actes impies eurent été révélés, l'Aréopage intenta un procès à Théogène, mais celui-ci put arguer de son ignorance, et, derechef, Phano fut répudiée.

Ces événements extraordinaires montrent mieux que toute dissertation théorique à quel point la condition des personnes était entourée d'obscurité.

Dans le procès que plaide Démosthène, Phano ne joue d'ailleurs qu'un rôle secondaire. C'est sa mère, Néæra, qui est directement visée, ainsi que l'infâme Stéphanos, qui cohabite avec elle et qui spécule sur les galanteries de la mère et de la fille.

Stéphanos a célébré son mariage avec Néæra, et la loi défend d'épouser une étrangère.

Stéphanos a introduit dans sa phratrie et dans son dème les deux fils de cette étrangère. Il a marié Phano, comme sa propre fille, à un Athénien.

Ces trois faits délictueux sont si bien établis que l'orateur se demande quelle sera la défense de son adversaire. Il ne peut soutenir que Néæra soit réellement sa femme, puisqu'il est avéré qu'elle n'est pas citoyenne et qu'elle a été achetée tout enfant par une matrone qui devinait en elle sa beauté à venir. Mais on assure qu'il va plaider qu'elle habite avec lui à titre d'*hétaira*, union libre et sans contrat. Comment expliquera-t-il alors qu'il ait traité les enfants de Néæra comme s'ils étaient légitimes? Et Démosthène ajoute la définition que j'ai reproduite, des trois genres d'unions possibles: avec l'épouse, avec la pallaque, avec l'*hétaira*.

Or, qu'on le remarque bien, il ne prête pas à Stéphanos la pensée de présenter sa compagne comme une pallaque; cependant ils vivaient ensemble depuis longtemps, et cette assertion eût sans doute disposé mieux le tribunal en leur faveur. Mais elle ne le tirait point d'affaire. Car s'il est exact que les enfants de la pallaque pouvaient être traités par le père comme ceux de l'épouse, au moins fallait-il de toute nécessité qu'elle aussi fût Athénienne.

Stéphanos ne pouvait donc pas recourir à cette échappatoire. Et le silence de Démosthène sur ce point prouve à l'évidence que la condition juridique de la pallaque différait notablement de celle de l'*hétaira*. Elle occupait une place intermédiaire, comportant certains droits, et qui pouvait ouvrir à ses enfants l'accès à l'ἀγχιστεία, refusé aux véritables *nothoi*.

De toutes ces observations, il résulte que si la phratrie avait une mission importante, attestée par le soin que, dans toutes les revendications d'état, les plaideurs prennent d'invoquer son intervention, elle n'était en réalité, cependant, qu'une gardienne insuffisante de la légitimité. Le mariage n'était en somme que faiblement défendu ; ce n'était pas à Athènes un lien bien assujettissant. On pourrait en être surpris lorsque l'on songe que la société entière reposait sur l'idée de la famille et qu'ainsi on s'attendrait à voir l'union conjugale presque sanctifiée. Mais il convient de ne pas oublier que les anciens ont envisagé le mariage, moins comme l'association morale de deux personnes de sexe différent, que comme la condition normale de la conservation de la race ; ils lui ont donné pour but essentiel la procréation des enfants : ἐπὶ παίδων γνησίων ἀρότῳ, *liberorum quaerendorum causa*.

Or, c'est au mâle à perpétuer la famille, à en maintenir le culte. Tout cède devant cette préoccupation, et si la nature est en défaut, on a recours à des moyens artificiels comme l'adoption ; on tolère aussi, on encourage même des pratiques d'une liberté à nos yeux singulière. A Sparte, comme la femme du roi Anaxandride était stérile, les éphores lui enjoignirent d'en épouser une seconde, et l'on sait que le premier devoir des maris âgés était d'assurer, par une complaisance patriotique, l'avenir de leur culte de famille. Solon n'avait pas été moins avisé ; pour les filles épiclères notamment, sur lesquelles reposait toute la destinée d'une race, il avait fait l'arithmétique des devoirs conjugaux ; si l'époux en déclinait l'honneur, l'un de ses proches pouvait être invité à prendre sa place, et Plutarque, bien qu'il blâme comme philosophe cette immorale tolérance, ajoute que plus d'un homme d'État approuve la sagesse du législateur, car il ne faut pas encourager la cupidité de gens qui n'épousent des épiclères que pour jouir de leurs biens, et, d'autre part, le choix limité à l'un des parents du mari garantit la pureté du sang.

C'est pour des motifs analogues que les Athéniens, au temps de la guerre du Péloponèse, sanctionnèrent peut-être expressément, comme nous l'a appris Diogène de Laërte, la pratique ancienne des unions doubles, ce qu'on pourrait appeler la bigamie mitigée, et c'est de la même façon sans doute que s'explique la faveur dont l'usage, sinon la loi expresse, a entouré les enfants nés d'unions qui n'étaient qu'à demi légitimes.

L'absence de communion intellectuelle et morale entre les époux contribuait à ce relâchement. La femme athénienne, renfermée chez elle, dépourvue de toute éducation littéraire, le plus souvent inapte même à diriger son ménage, n'offrait que peu d'attraits, et parmi les contemporains de Périclès, les plus intelligents, les plus affinés devaient être les premiers à souffrir de la distance qui les séparait de leurs compagnes. Faut-il rappeler l'exemple de Périclès lui-même, et le plaisir si vif que le sage Socrate, le créateur de la philosophie nouvelle, prenait aux entretiens de Théodote et d'Aspasie?

La civilisation grecque a été brillante entre toutes, mais elle a perdu de bonne heure cette santé morale qui, pendant des siècles, a permis au peuple romain de mûrir ses vertus civiques.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 2 juillet 1896.

M. Ad. Samuel occupe le fauteuil.

M. le chevalier Edmond Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ed. Fétis, Jos. Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, Alex. Markelbach, Max. Rooses, J. Robie, A. Hennebicq, Éd. Van Even, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaar, F. Laureys, J. Winders, Ém. Janlet, H. Maquet, *membres ;* Flor. van Duyse, *correspondant.*

M. Th. Radoux, directeur, écrit qu'il lui est impossible d'assister à la réunion.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages intitulés :

1° *Bruxelles en douze lithographies*, par Amédée Lynen ;

2° *Les Musées royaux du Parc du Cinquantenaire et de* *la Porte de Hal, à Bruxelles,* 2e livraison, par J. Destrée, Kymeulen et Hannotiau.

— Remerciements.

— La Classe renvoie à l'examen dé MM. Hymans, Robie, Hennebicq et Cluysenaar le premier rapport de M. Jean Delville, lauréat du grand concours de peinture de 1895.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.

Infatigable en sa recherche, M. Natalis Rondot, correspondant de l'Institut de France, donne pour complément à ses précieuses études sur le passé des lettres et des arts à Lyon (1), trois essais dont le titre accuse l'importance : *Les Graveurs sur bois et les Imprimeurs à Lyon au XVe siècle; Les Relieurs de livres à Lyon du XIVe au XVIIe siècle;* enfin, *Les Médailleurs lyonnais.*

La tâche qui s'imposait à l'auteur est de celles que seul pouvait aborder avec chance de succès un homme familiarisé de longue date avec le vaste et complexe ensemble d'éléments dont elle nécessitait l'emploi. Lyon fut de bonne heure un centre intellectuel vivace. Situé sur le grand chemin de l'Italie, aux confins de la Suisse et de l'Allemagne, c'était une ville remarquablement cosmopolite. Elle se divisait en *côté du Royaume* et *côté de l'Empire* et, de fait, les artistes et les artisans venus du dehors y formaient des groupes nombreux.

---

(1) *Les artistes et les maîtres de métier à Lyon, au XIVe siècle,* 1882. — *Les artistes et les maîtres de métier étrangers ayant travaillé à Lyon,* 1883. — *Les Sculpteurs de Lyon, du XIVe au XVIIIe siècle,* 1883. — *Les Peintres de Lyon, du XIVe au XVIIIe siècle.* — *Les Potiers de terre italiens à Lyon, au XVIe siècle,* 1892.

« Quoiqu'il y ait eu à Lyon, dans les premiers temps, quelques imprimeurs français, dit M. Rondot, on regardait ceux qui exerçaient l'art de l'imprimerie comme Allemands. » Effectivement l'on rencontre quelques-uns des noms les plus fameux de la typographie à ses débuts, au bas d'éditions lyonnaises. L'imprimeur était en quelque sorte errant et pour ne parler que de Lyon, les hommes de notre pays semblent n'y avoir pas été rares.

Les graveurs sur bois, dans leur association avec les livres, se sont, assure M. Rondot, inspirés, en plus d'une occasion, de l'art flamand, soit pour le dessin, soit pour la taille. Il est à remarquer qu'ils ont traité leurs personnages assez souvent à la façon des Flamands et des Hollandais.

Les noms des dessinateurs auxquels eurent recours à Lyon les imprimeurs du XV^e^ siècle, apparaissent rarement dans les comptes. M. Rondot incline à croire que des peintres flamands ou allemands étaient mis en fréquente réquisition.

Roboam de Masles est désigné comme Flamand ; il travailla de 1490 à 1499; Jean, le peintre flamand, travaillait de 1492 à 1505; Jean de Hollande, de 1492 à 1507; Pierre le Flamand, de 1495 à 1505, et Guillaume Le Roy, peintre flamand, fut à Lyon de 1495 jusqu'à l'époque de sa mort, vers 1528.

Allié à un imprimeur de même nom, travaillant à la fin du XV^e siècle, il était, peut-on croire, l'ascendant d'un autre Le Roy, graveur travaillant à Paris sous Louis XIII.

De ce que pour l'imprimerie comme pour la gravure sur bois, l'auteur ne va pas au delà des prolégomènes, ne résulte point qu'il ne fournisse à l'histoire des matériaux d'inestimable valeur et en l'absence desquels celle-ci serait impossible à faire. Son rôle doit se comparer à celui du comte Léon de Laborde, dont l'histoire des ducs de Bourgogne, limitée aux *Preuves*, n'en constitue pas moins un livre de première importance.

Les investigations de M. Rondot, poursuivies pendant une très longue suite d'années, ont mis au jour à peu près tout ce qu'il est possible de recueillir sur les branches auxquelles se voue son étude et s'appuient des manifestations elles-mêmes, chose d'ailleurs essentielle où il s'agit d'œuvres créées pour la vulgarisation comme les livres et les médailles. Il procède du reste avec une admirable méthode et, comme Léon de Laborde encore, nous donne des tables excellentes.

En ce qui concerne les médailleurs, la moisson, sans être abondante, n'en est pas moins précieuse. Bien des érudits ne pensaient pas, dit M. Rondot, que l'art de la médaille eût à Lyon une histoire. Or, il se trouve qu'un dixième des graveurs et des médailleurs qui se sont produits en France du XV^e au XVII^e siècle lui appartiennent.

La première médaille frappée à Lyon est de 1494. Elle a pour auteur Louis Lepère, Jean Lepère et Nicolas de Florence, travaillant sur les dessins de Jean Perréal, et est à l'effigie de Charles VIII et Anne de Bretagne.

Qu'on sache sans plus attendre que le Nicolas de Florence ici mentionné n'est pas Nicolas Forzone di Spinelli, également connu sous le nom de Niccolo Fiorentino, graveur de la cour de Bourgogne.

A la même époque, le roi de France avait à son service un grand artiste qui fut aussi un « diplomate actif, avisé et souple », Napolitain d'ailleurs : Jean de Candida, médailleur mis en relief par une étude récente de M. Henri de La Tour et qui fut, semble-t-il, au service du duc de Bourgogne avant de passer à celui de Charles VIII.

A un précieux sens naturel se joignait chez l'artiste l'influence de son séjour dans nos provinces.

M. Rondot constate et affirme d'une manière générale l'influence exercée à Lyon par l'art flamand. Il y avait pénétré dès le XIV^e siècle au moins, importé par les sculpteurs et les fondeurs de l'atelier de Dijon. « Peu importe, dit-il, parlant de certaines productions, qu'elles aient été faites en Flandre ou en Bourgogne par une main italienne ou par une main flamande, le style et l'exécution sont plus flamands qu'italiens. » Nicolas de Florence — celui de Lyon — lui-même n'échappe pas à cette règle.

En somme, si la gravure des médailles brilla de quelque éclat à Lyon au cours du XVI^e siècle, elle le dut à l'action combinée de l'Italie et de la Flandre. On n'ignore pas que le nom de Benvenuto Cellini s'associe à son histoire.

Au XVII^e siècle, l'art de la gravure en médailles avait pris en France une importance exceptionnelle ; il ne relevait plus de l'étranger. Lyon, à cette époque, avait, nous apprend M. Rondot, une petite colonie d'artistes peintres, sculpteurs et graveurs d'estampes, originaires des Flandres et de la Hollande. « Ces étrangers du Nord étaient allés en Italie et, à leur retour, ils avaient été retenus à Lyon, trouvant dans cette ville riche et florissante le facile emploi de leur habileté. »

Gérard Sibrecq (Siberechts ?), sculpteur et graveur en médailles, était Wallon. On le trouve mentionné de 1635 à 1643. Ses œuvres restent à identifier. Claude Warin, mort en 1654, était probablement de souche wallonne, comme son illustre homonyme, Jean Warin. Marin Hendricy, maître sculpteur de la ville, de 1643 à 1662, venait également de nos provinces. Il séjourna durant vingt-neuf ans à Lyon.

L'exhumation de ces artistes est le fruit de patientes investigations dans les archives, éclairées de preuves tirées des œuvres de chacun d'eux.

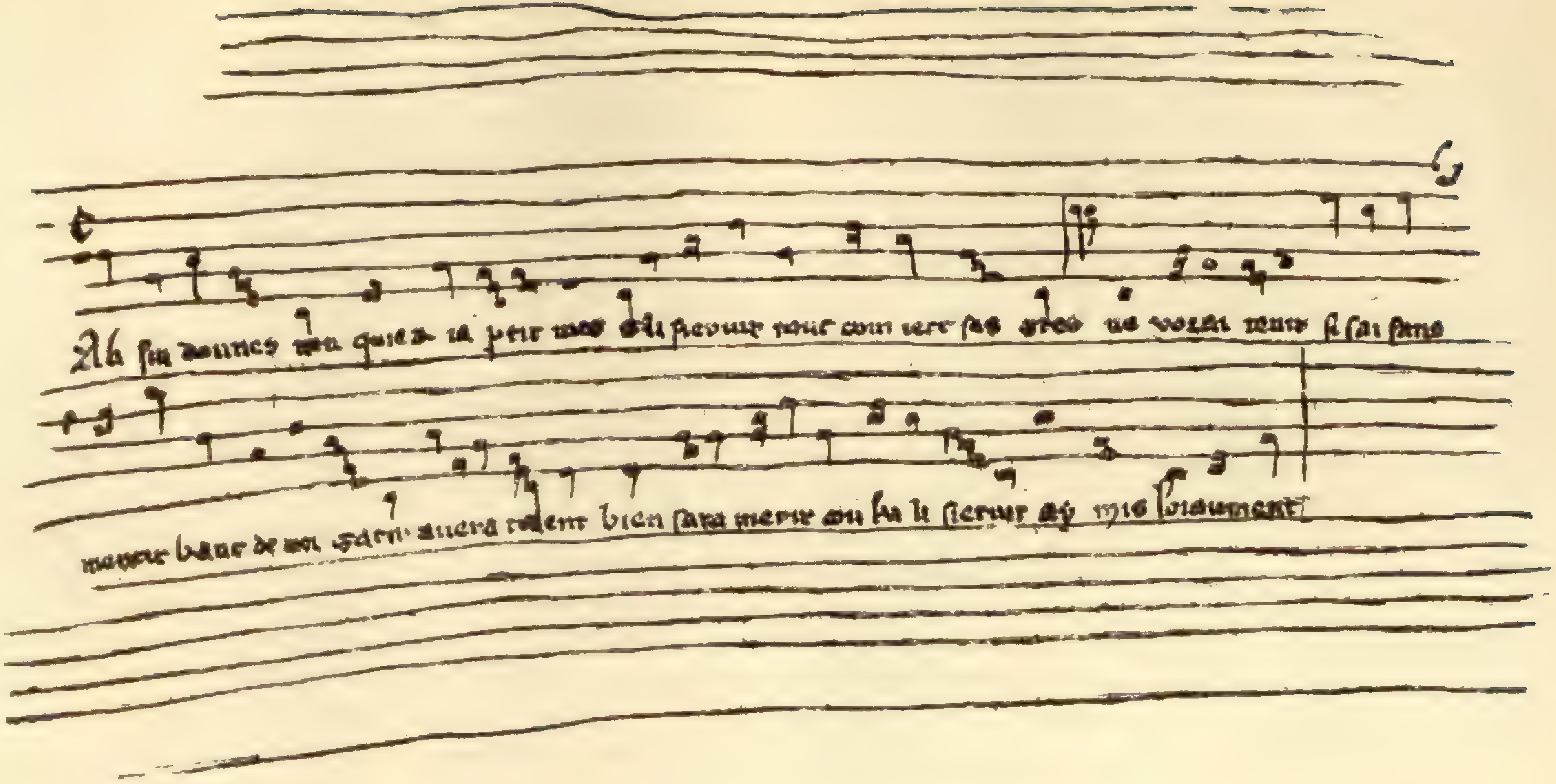
En ce qui concerne les relieurs, nous n'avons nécessairement qu'un aperçu. La reliure est un travail presque impersonnel et l'identification des travaux devient chose en quelque sorte impossible. M. Rondot nous fournit les noms de deux cent vingt-deux relieurs avec la date de leur inscription. Beaucoup étaient au service d'imprimeurs, car l'usage prévalut longtemps de ne vendre les livres que reliés. Pourtant il est des volumes revêtus de la marque de leurs auteurs et plusieurs offrent, paraît-il, un intérêt d'art incontestable.

De nos jours, la reliure est descendue au rang de métier. Certains relieurs du passé étaient de véritables artistes et leurs travaux justifiaient leur notoriété. A peine faut-il rappeler qu'ils faisaient ces délicieux coffrets tant recherchés des collectionneurs, et dont quelques spécimens hors ligne faisaient partie de la collection Spitzer. Dans nos provinces, les relieurs étaient affiliés à la gilde de Saint-Luc. Plantin, venu de France, fut d'abord relieur.

A Lyon, ils formaient une corporation à part. Il était dès lors légitime de relever les traces qu'ils ont laissées dans l'histoire locale. M. Rondot n'a pas dédaigné de s'y appliquer, procédant, cette fois encore, avec l'admirable méthode que nous avons signalée et qui range ses travaux parmi les sources les plus sûres que puisse consulter le travailleur.

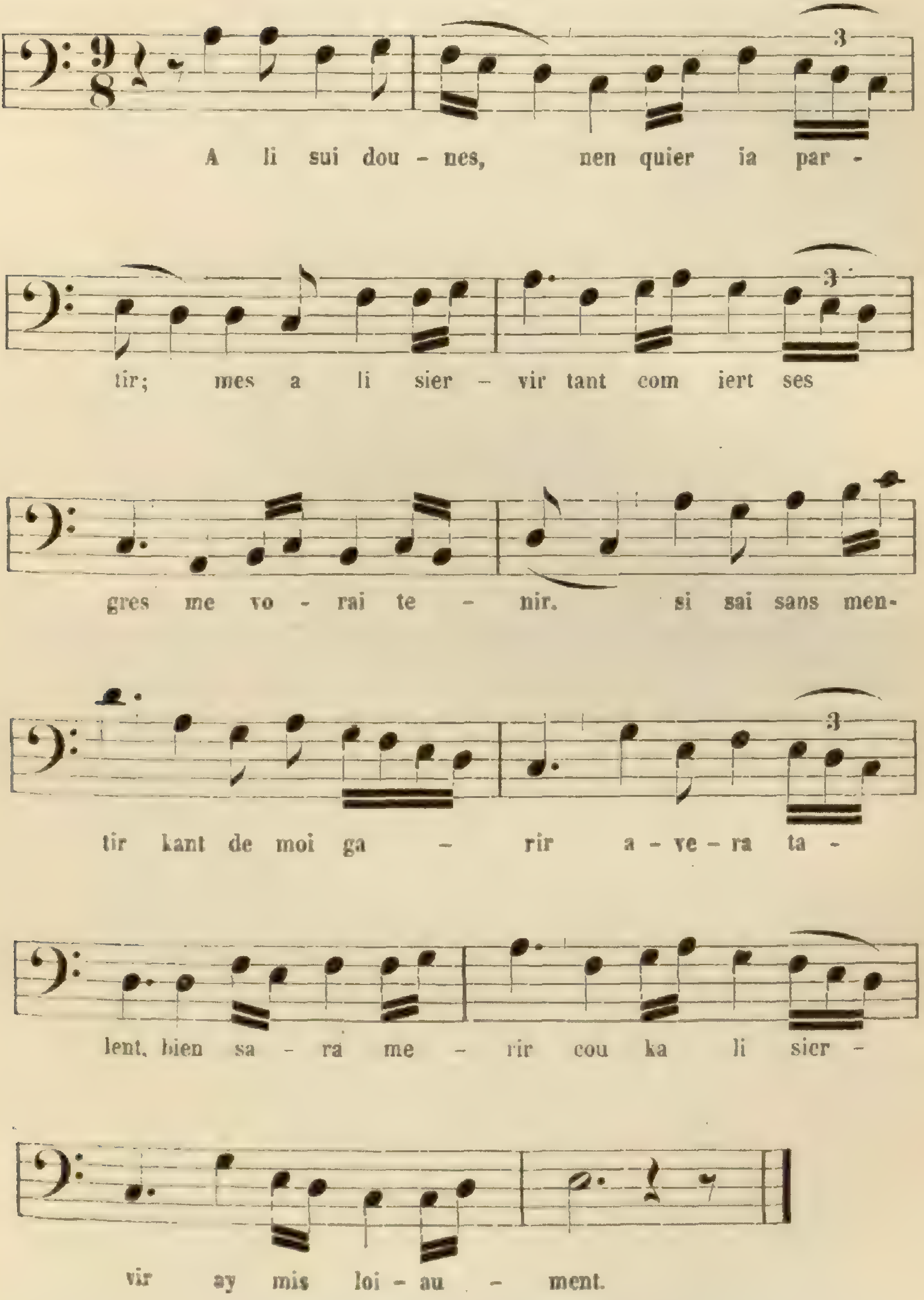
P. S. — Cette note était imprimée quand nous est parvenu un dernier travail de M. Rondot, consacré cette fois aux *Graveurs d'estampes à Lyon au XVII^e siècle*. Inutile d'insister sur l'importance d'un essai que, du reste, l'auteur se propose, dit-il, de compléter par des notices sur les principaux graveurs signalés. Il importe, dès à présent, de faire connaître au lecteur comme ayant travaillé à Lyon, un groupe serré de graveurs de notre pays et dont, pour plusieurs, la présence dans la ville française était jusqu'à ce jour ignorée. Citons Jean Stradan, — que, d'ailleurs, on ne connaît pas comme ayant manié le burin, — Nicolas, Louis et Laurent Spirinx, D. de Mallery, David van Velthem, G. Autguers, Jacques Huberti, un Anversois, Michel Natalis, Conard Lauwers, Pierre van Bloemen, Jacque Buys. Il y a, de plus, quantité de Hollandais et d'Allemands. Parmi ces derniers figure Dietterlin, le fameux orfèvre dont tout le monde connaît les fantastiques conceptions.

Henri Hymans.



A li sui dounes, chanson de trouvère (Archives de Tournai).

FLOR. VAN DUYSE, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXXII, nº 7, pp. 211-217, 1896.


9/8
A li sui dou - nes, nen quier ia par -
tir; mes a li sier - vir tant com iert ses
gres me vo - rai te - nir. si sai sans men-
tir kant de moi ga - rir a - ve - ra ta -
lent, bien sa - ra me - rir cou ka li sier -
vir ay mis loi - au - ment.

COMMUNICATION ET LECTURE.

A LI SUI DOUNES, *chanson de trouvère découverte aux archives de Tournai*, communication et lecture faites par Flor. van Duyse, correspondant de l'Académie.

M. Maurice Kufferath, l'érudit critique musical, a bien voulu appeler notre attention sur une chanson, du moins sur une première strophe de chanson avec musique, découverte aux archives de Tournai.

Cette pièce avait était signalée à M. Kufferath par M. Albert Allard, archéologue à Tournai, comme se trouvant au verso d'un acte du XIIIe siècle.

C'est à l'obligeance de ce dernier que nous devons la description de la pièce et de l'acte dont s'agit : « Le texte avec musique se trouve au dos d'un parchemin de 30 centimètres sur 15. Le recto porte un acte latin émanant de l'official de la partie tournaisienne du diocèse de Cambrai (partie de la ville située sur la rive droite de l'Escaut). Cet acte débute en ces termes : « Officialis cameracensis iudex seu conservator crucis in dyocese tornacensi cammerancium presbytero beate marie tornacensis salutem in domino... » ; il se termine comme suit : « Datum anno domini M° CC° LXX° sexto feria sexta post ascencionem domini (l'an 1276, le vendredi qui suit le 6me dimanche après l'Ascension) ».

Au verso se trouvent quatre lignes qui ne se rapportent pas au texte du recto et dont voici le début : « Reverendo patri ac domino venerabili philippo dei gratia episcopo tornacensi frater valterus de vilers humilis preceptor domorum militie temppli in francia salutem in domino… »

En publiant la *Messe du XIIIe siècle* (1), dont le manuscrit provient de la confrérie des notaires de Tournai, De Coussemaker rappelle les savants travaux de Le Couvet et de l'abbé Voisin sur les écoles de musique de la ville précitée, et fait connaître la part considérable que la Belgique a prise dans la constitution et le développement de l'art musical au moyen âge.

C'est dans les cathédrales de Paris, d'Amiens, de Cambrai et de Tournai (2) que l'art harmonique, au XIIe et au XIIIe siècle, reçut ses premières impulsions.

D'autre part, ces premiers essais de polyphonie vocale, art nouveau, essentiellement religieux, coïncident avec une véritable renaissance de la mélodie dans le domaine de la musique profane.

« Au moment où le rythme, par l'extinction du latin, » — c'est ainsi que s'exprime notre éminent confrère M. Gevaert (3), — « sortait de la musique, il y rentrait par le chant en langue vulgaire. Au XIIIe siècle, l'art musical s'est frayé une route nouvelle, la mélodie se réveille en France avec la poésie des trouvères ».

La musique d'un grand nombre de chansons de trouvères belges nous a été conservée et fournit la preuve que nos provinces ont pris une part active à cette éclosion de nouvelles formes mélodiques.

---

(1) *Bulletin de la Société historique et littéraire de Tournai*, 1861.

(2) De Coussemaker, *L'art harmonique au XIIe et au XIIIe siècle*, 1865, p. 132.

(3) *Histoire et théorie de la musique de l'antiquité*, t. I, p. 392.

Dès le XIII^e^ siècle, la Belgique eut ses trouvères à la fois poètes et musiciens, inventant la mélodie dont ils ornaient leurs textes; parfois harmonistes, en ce sens que leurs compositions étaient écrites à plusieurs parties.

C'est encore De Coussemaker qui nous fait connaître ces jolis vers du trouvère tournaisien accusé de plagiat. Dans un « treble », — une troisième partie, ajoutée à un déchant, c'est-à-dire à deux autres chants préexistants, — le poète-musicien proteste, et en termes fort vifs, contre une accusation lancée par des jaloux :

> Quant se depart la verdure des chans
> Et d'yver neist par nature frois tans,
> Cest treble fis acorder a II. chans
> Que primes fis malgré les mesdisans,
> Qui ont menti que je les aportai
> De mon païs, ce est drois de Tornai.
> Dieus! il ont menti, bien le sai (1).

L'homme qui avait ainsi éveillé l'envie, ne pouvait être dépourvu de talent. Et de fait, la mélodie adaptée à ses vers ne manque pas de charme (2). Ses confrères tournaisiens ne devaient pas davantage être sans mérite, puisqu'on reprochait à l'auteur du « treble » d'avoir gardé un trop fidèle souvenir de leurs compositions.

Les vers que nous venons de citer font partie d'un motet. C'est ainsi que l'on désignait généralement au moyen âge une composition polyphonique avec paroles françaises et latines mélangées.

---

(1) *L'art harmonique*, pp. 182 et 192; le passage est cité deux fois. Le texte est aussi publié au t. I, p. 115 du *Recueil de motets français des XII^e et XIII^e siècles*, par Gaston Raynaud, *suivis d'une étude sur la musique au siècle de saint Louis*, par Henri Lavoix fils (*Bibliothèque française du moyen âge* , Paris, 1881.

(2) De Coussemaker, *loc. cit.*, 3^e partie, p. 75, publie ce « treble » en partition.

Le motet dont s'agit, est attribué au trouvère Jehan de le Fontaine. On connaît, il est vrai, deux autres trouvères tournaisiens,— Jacques et Gautier, — mais seul des trois, Jehan a composé des poésies *chantées* (1).

Ce dernier doit donc être rangé parmi les trouvères polyphonistes.

Mais bien plus grand était le nombre —les manuscrits le prouvent — des trouvères simplement monodistes, se bornant à orner leurs poésies d'une mélodie écrite pour voix seule.

C'est à l'un de ces derniers qu'il convient d'attribuer la chanson conservée aux archives de Tournai, dans laquelle le poète se plaint des rigueurs de sa dame et, tout en se désespérant, ne cesse d'espérer : « Je me suis voué à elle et ne veux plus la quitter ; je veux au contraire demeurer à son service aussi longtemps que tel sera son désir ; je sais que lorsque de me guérir elle aura envie, elle saura récompenser la loyauté que j'ai mise à la servir.» Voici le texte :

A li sui dounes,
nen quier ia partir ;
mes a li siervir
tant com iert ses gres
me vorai tenir.
si sai sans mentir
kant de moi garir
avera talent,
bien sara merir
cou ka li siervir
ay mis loiaument.

---

(1) De Coussemaker, *loc. cit.*, p. 195.

Ce texte ne s'écarte guère du langage habituel des trouvères (1). Il appartient aux variations renouvelées durant deux siècles sur le thème de l'amour *courtois*. La prodigalité de la rime s'y fait vivement sentir. De ce chef il est du domaine de la poésie lyrique savante. Bien plus réservée se montre sous ce rapport la chanson populaire. Celle-ci se passe aisément de la rime et tient beaucoup plus au fond qu'à la forme.

En réalité, la forme de la chanson dont nous traitons, bien différente en ceci du mode de construction généralement usité par les trouvères, n'est guère compliquée. Les vers sont de quatre syllabes. Au point de vue métrique, — à en juger par la marche, par la cadence générale de la strophe, — ils représentent le mètre trochaïque.

En principe, la poésie des trouvères, comme toute poésie française, est basée sur la métrique naturelle du langage (2).

Mais il n'en est pas moins vrai que dans la poésie lyrique française, la rigueur du principe est fréquemment tempérée par des concessions faites à la métrique et au rythme musical.

Les deux premiers vers de notre chanson présentent incontestablement le caractère anacrousique (iambes et anapestes) :

Ă lūi sŭi dŏunēs,
nĕn quīer iă părtīr,

---

(1) D'après l'écriture, ainsi que le dit M. Albert Allard, cette chanson doit dater de la fin du XIIIe, sinon du commencement du XIVe siècle.

(2) Voir PAUL PIERSON, *Métrique naturelle du langage* (avec une notice préliminaire par M. GASTON PARIS), Paris, 1884.

mais il nous paraît tout aussi certain que le poète-compositeur du XIII^e siècle n'a pas suivi de si près le rythme naturel des mots et que chez lui la mélodie a revêtu la forme trochaïque.

Si la métrique poétique des trouvères, grâce à la variété de ses formes, a mérité le nom de savante, la musique adaptée à leurs chansons ne doit pas être décorée de la même appellation.

Les trouvères, simples mélodistes, ne devaient avoir qu'un mince souci de la notation proportionnelle, fruit de la scolastique musicale, où la mesure, image de la Sainte-Trinité, n'est parfaite qu'à condition de comprendre trois unités et dans laquelle, lorsqu'il n'entre que deux sons, le premier durera un temps, le second deux temps.

Que si cette notation s'applique à la musique polyphonique, elle convient beaucoup moins aux chants monodiques.

Lorsqu'il s'agira de traduire ces derniers en notation moderne, on s'efforcera de leur conserver le mètre poétique, le rythme général de la strophe, rythme que le trouvère monodiste n'a pu aliéner au profit des théories compliquées de la notation proportionnelle (1).

La mélodie des trouvères représente avec les chants populaires la musique mondaine de l'époque. Toutefois, par sa modalité, cette musique demeure étroitement liée à la musique liturgique.

---

(1) Cf. Ambros, *Geschichte der Musik*, éd. 1880, t. II, pp. 221 et suiv., et Riemann, *Studien zur Geschichte der Notenschrift*, Leipzig, 1878, p. 215.

La mélodie dont notre chanson est accompagnée, est conçue en mode éolien, premier mode de l'Église, avec *si* ♮ accidentel. Son début s'inspire de l'antienne *Facti sumus*, thème deuxième du catalogue des antiennes, dressé par M. Gevaert (1). Au XIII^e siècle, l'antique mode éolien n'était pas prêt à quitter le domaine de la musique profane, car jusqu'à notre époque, dans notre pays comme ailleurs, la tradition orale a pu fournir un assez grand nombre de chansons appartenant à ce mode.

Il ne semble pas que la chanson que nous publions et dont nous devons la reproduction photographique à l'obligeance de M. E.-J. Soil, conservateur du musée de Tournai, soit autrement connue que par le seul manuscrit des archives de cette ville, et rien ne prouve qu'elle ne soit l'œuvre de quelque trouvère tournaisien.

La mélodie présente cette particularité de se terminer sur le second degré de la gamme.

Texte et musique ont au moins ce mérite de former avec la chanson « L'austrier estoie montes » du duc Henri III de Brabant, que nous avons examinée ailleurs, tout ce qui a été publié jusqu'à ce jour, croyons-nous, de l'œuvre musicale des trouvères ayant appartenu aux provinces qui constituent actuellement notre pays.

---

(1) *La mélopée antique,* pp. 217 et suiv.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Selys Longchamps (*Le baron Edm. de*). Le progrès dans la connaissance des Odonates. Leyde, 1896; extr. in-8° (20 p.).

Gille (*Valère*). Edmond Picard. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (26 p.).

Tackels (*C.-J.*). De l'eau potable à tous sans obérer la masse de personne. Bruxelles, 1896; in-8° (74 p.).

Justice (*Charles*). Anecdota Bruxellensia. III, Le « codex Schottanus » des extraits « de Legationibus ». Gand, 1896; in-8° (119 p.).

Devillers (*Léopold*). Cartulaire des comtes de Hainaut, tome VI, 1re et 2de parties. 1896; 2 vol. in-4°.

— Inventaire analytique des archives de la ville de Mons, tome III. Mons, 1896; in-8° (LXIII-344 p.).

Declève (*Jules*). Cinquantenaire de la Chronique de la ville de Munich. Mons, 1896; extr. in-8° (3 p.).

Houzé (*Le Dr E.*). Le Pithecanthropus erectus. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (42 p.).

Lynen (*Amédée*). Bruxelles en douze lithographies. A-propos d'Eugène Demolder. Bruxelles, 1896; in-plano.

Destrée (*J.*), *Kymeulen* et *Hannotiau*. Les musées royaux du Parc du Cinquantenaire et de la Porte de Hal, à Bruxelles : armes et armures, industries d'art, 2e et 3e livraisons. Bruxelles, 1896; in-folio.

Goeij (*Roger de*). De la mesure des mots et de l'intensité de l'accent tonique en anglais. Le Havre, 1896; extr. in-8°.

Janssens (*Le Dr E.*). Quelques considérations sur la démographie comparée des arrondissements belges, en 1875-93. Bruxelles, 1896; extr. in-8°.

Bruxelles. *Ministère de la Guerre.* Carte topographique de la Belgique à l'échelle du 40 000ᵉ (édition en couleurs), 3ᵉ livraison. 1896 (16 f. in-plano).

Gand. *Willems-Fonds.* Uitgave nʳ 136 : De legerquaestie in België (Nemo). 1895.

— Nʳ 137 : Eene pleitrede ten gunste der evenredige vertegenwoordiging (Victor Van de Walle). 1895.

— Nʳ 138 : Maatschappelijke vraagstukken. Gedachten ontleend aan Bebel en Richter (Pieter Geiregat). 1895.

Nʳ 139 en 143 : Oude en nieuwe kunst, I en II (Max. Rooses). 1895-96.

— Nʳ 140 : Jaarboek voor 1895.

— Nʳ 141 : Een dure eed (Virginie Loveling). 1896.

— Nʳ 142 : Eenige bladzijden uit de geschiedenis van de banken van leening vooral met het oog op den Berg van Barmhartigheid te Gent (Aug. Scheire). 1896.

— Tijdschrift gewijd aan letteren, kunsten en wetenschappen, 1ᵉ jaargang, 1896, Januari-Juli. In-8°.

Mons. *Caisse de prévoyance établie à Mons* en faveur des ouvriers mineurs. Rapport annuel de 1895. 1896; in-4°.

ALLEMAGNE.

Koelliker (*A.*). Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6. Auflage, Band II, 2. Leipzig, 1896; in-8°.

Pastor (*Ludwig*). Geschichte der Päpste seit dem Ausgang des Mittelalters, mit Benutzung des päpstlichen Geheim-Archives und vieler anderer Archive, Band III. Fribourg-en-Brisgau, 1895; in-8° (LXVII-888 p.).

Auwers (*A.*). Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882. Bericht ueber die deutschen Beobachtungen, Band VI. Berlin, 1896; in-4°.

Kuhn (*Moritz*). Unmittelbare und Sinngemässe Aufstellung der « Energie » als mechanischen Hauptbegriffes, etc. Vienne, 1896; extr. in-8° (26 p.).

KÖNIGSBERG. *Physikal.-ökonomische Gesellschaft.* Schriften, 36. Jahrgang, 1895. In-4°.

LEIPZIG. *Verein für Erdkunde.* Mitteilungen, 1895.

— Wissenschaftliche Veröffentlichungen, III, 1. Die Insel Mafia (Dr Oskar Baumann). 1896.

VIENNE. *Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.* Schriften, Band XXXVI. 1896.

CARLSRUHE. *Naturwissenschaftlicher Verein.* Verhandlungen, Band XI. 1896.

FRANCFORT-SUR-LE-MAIN. *Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.* Abhandlungen, Band 22. 1896; in-4°.

FRANCE.

Renault (*B.*). Note sur le genre métacordoïte. Autun, 1896; in-8° (15 p.).

— Sur quelques bactéries dévoniennes. Paris, 1896; extr. in-8° (3 p.).

Pingaud (*Léonce*). Auguste Castan, sa vie, son œuvre (1833-1892). Besançon, 1896; in-8° (261 p.).

Faidherbe (*Le Dr Alexandre*). Étude statistique et critique sur le mouvement de la population de Roubaix (1469-1744-1893). Roubaix, 1896; in-8° (258 p. et 8 graphiques).

Fournier (*E.*). Compte rendu des excursions géologiques faites en Provence par les élèves des facultés de province. Marseille, 1895; in-4° (47 p.).

AMIENS. *Académie des sciences, des lettres et des arts.* Mémoires, tome LXII. 1895.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1896. — N° 8.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 1er août 1896.

M. Al. **Brialmont**, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. **Marchal**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alfr. Gilkinet, *vice-directeur ;* Gluge, E. Candèze, Éd. Dupont, C. Malaise, Fr. Crépin, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, L. Henry, M. Mourlon, P. Mansion, P. De Heen, C. Le Paige, F. Terby, J. Deruyts, L. Fredericq, *membres ;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* A.-F. Renard, L. Errera, J. Neuberg, Alb. Lancaster, M. Delacre et G. Cesàro, *correspondants.*

MM. Folie et Lagrange écrivent pour motiver leur absence.

CORRESPONDANCE.

La Classe prend notification de la mort de Fried.-Aug. Kekulé von Stradonitz, né à Darmstadt, le 7 septembre 1829, élu en 1864 associé de la section des sciences physiques et mathématiques, décédé à Bonn le 13 juillet 1896.

Une lettre de condoléance sera adressée à M^{me} veuve Kekulé.

M. Spring promet, pour l'*Annuaire,* la biographie du défunt.

— La Classe accepte le dépôt dans les archives de l'Académie de deux plis cachetés, dont l'un, de M. Ch. Lagrange, porte la date du 9 juillet 1896, et dont l'autre, de M. E. Solvay, est daté du 8 du même mois.

— **Hommages d'ouvrages :**

1° A. *Description d'un mycélium membraneux ;* B. *P.-J. Van Beneden, 1809-1894 ;* par Ch. Van Bambeke;

2° *Essai de paléontologie philosophique ;* par Albert Gaudry, associé;

3° *Flore des Algues de Belgique ;* par E. De Wildeman (présenté par M. L. Errera avec une note qui figure ci-après) ;

4° *Examen critique de la carte pluviométrique de Belgique de M. A. Lancaster ;* par J. Vincent ;

5° *Rapport sur un voyage agronomique autour du Congo ;* par Émile Laurent (présenté par M. Errera) ;

6° *Institut Solvay : Travaux de laboratoire*, publiés par Paul Heger (1895-1896), fascicule 1.

— Remerciements.

— Travaux manuscrits à l'examen :

1° *La météorite de Lesves et le mode de formation des météorites pierreuses*, par A.-F. Renard, correspondant de l'Académie. — Commissaires : MM. de la Vallée Poussin et Malaise ;

2° *Étude de la synthèse du Benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone;* sixième communication, par Maurice Delacre, correspondant de l'Académie. — Commissaires : MM. Henry et Spring;

3° *Contribution à l'étude de la localisation microchimique des alcaloïdes dans la famille des orchidacées ;* par Émile De Droog, docteur en sciences naturelles. — Commissaires : MM. Jorissen, Errera et Crépin;

4° *Du rôle des rayons Röntgen en chimie;* par A. de Hemptinne. — Commissaires : MM. De Heen et Spring.

CONCOURS ANNUEL DE 1896.

SCIENCES NATURELLES.

PREMIÈRE QUESTION.

On demande des recherches nouvelles au sujet de l'intervention de la phagocytose dans le développement des invertébrés.

Un mémoire a été reçu en réponse à cette question. — Devise : *Ab ovo usque ad mala.*

Commissaires : MM. Plateau, Van Bambeke et Errera.

DEUXIÈME QUESTION.

On demande la description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge. On ajoutera l'indication des gisements et celle des localités.

Un mémoire a été reçu en réponse à cette question. — Devise : *Maxima in minimis.*

Commissaires : MM. Renard, de la Vallée Poussin et Dewalque.

TROISIÈME QUESTION.

On demande de nouvelles recherches sur le système nerveux periphérique de l'Amphioxus et, en particulier, sur la constitution et la genèse des racines sensibles.

Un mémoire a été reçu en réponse à cette question.— Devise : *Afin de connaître l'organisation exacte des vertébrés supérieurs, il faut commencer par étudier le vertébré le plus inférieur.*

Commissaires : MM. Van Bambeke, F. Plateau et Van Beneden.

QUATRIÈME QUESTION.

On demande de nouvelles recherches sur le mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux.

Un mémoire a été reçu en réponse à cette question.— Devise : *Facies non omnibus una.*

Commissaires : MM. Errera, Gilkinet et Crépin.

PRIX FONDÉ EN MÉMOIRE DE JEAN-SERVAIS STAS, ANCIEN MEMBRE DE LA CLASSE DES SCIENCES.

Déterminer, par des recherches nouvelles, le poids atomique d'un ou de plusieurs éléments pour lesquels cette constante physique est encore incertaine aujourd'hui.

Un mémoire a été reçu en réponse à cette question. — Devise : *Celui qui observe ou expérimente à l'aventure n'est qu'un empirique du travail, duquel il n'a rien à attendre.* J.-S. Stas (Discours sur l'imagination).

Commissaires : MM. Spring, Henry et De Heen.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.

La *Flore des Algues de Belgique* de M. E. De Wildeman, docteur en sciences, aide-naturaliste au Jardin botanique de l'État, que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie de la part de l'auteur, sera la bienvenue auprès de tous ceux qui s'occupent d'histoire naturelle, car un semblable travail manquait à la fois à la littérature botanique de la France et à la nôtre.

Déjà la Société royale de botanique avait décerné le prix triennal Crépin pour la période 1891-1894 à cet ouvrage, alors qu'il était en manuscrit. L'auteur l'a, depuis, complété par une introduction où l'on trouvera quelques notions générales sur les Algues, des détails sur leur récolte, leur préparation et leur conservation, ainsi que des données statistiques au sujet de leur dispersion en Belgique. Le corps de l'ouvrage est constitué par l'énumération méthodique et la description de toutes les espèces d'Algues (à l'exclusion des Bactéries) observées jusqu'ici en Belgique.

Il est à peine besoin de dire quelle somme énorme de recherches une telle œuvre représente. Mieux que tout autre, M. De Wildeman, qui s'est consacré depuis longtemps à l'algologie avec une prédilection particulière, était à même d'entreprendre et de poursuivre cette tâche. Grâce à lui, l'étude si ardue, si délaissée de nos Algues se trouve grandement facilitée, et l'on peut dire que ce livre est utile autant par les recherches qu'il résume déjà que par celles qu'il ne manquera pas de faire naître.

L. Errera.

RAPPORTS.

Sur le rapport verbal de M. Mansion, la Classe décide le dépôt aux archives d'une note de M. E. Vial *sur la formule* π et d'une note de M. Joseph Marchal (de Jamioulx) *sur le calcul des nombres premiers.*

Des polyèdres superposables à leur image ;
par G. Cesàro.

Rapport de M. De Tilly, premier commissaire.

« Dans plusieurs mémoires antérieurs (*), M. Cesàro a étudié en détail, et avec grand succès, la théorie des axes de symétrie des polyèdres, axes parmi lesquels il distingue :

1° Les axes de symétrie directe, tels que le polyèdre,

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* t. XXII, 1891 ; *Mémoires des savants étrangers,* t. LIII, 1893.

en tournant autour d'un de ces axes, d'un angle inférieur à 2π, puisse revenir en coïncidence avec lui-même ;

2° Les axes de symétrie inverse, tels que le polyèdre, en tournant autour d'un de ces axes, d'un angle inférieur à 2π, puisse être amené en coïncidence avec l'un de ses symétriques, construit, soit par rapport à un point, soit par rapport à un plan.

M. Cesàro a signalé un exemple très remarquable de ce dernier cas, en prouvant qu'on peut construire un polyèdre n'ayant ni centre ni plan de symétrie, et possédant un axe de symétrie inverse.

Mais cet axe, qui est de symétrie inverse pour l'angle de rotation $\frac{\pi}{n}$, est en même temps de symétrie directe pour l'angle $\frac{2\pi}{n}$. Le polyèdre symétrique avec lequel la coïncidence est obtenue, peut être considéré comme construit, soit par rapport à un point, soit par rapport à un plan.

Le polyèdre donné ne pourrait-il être amené en coïncidence avec ce même symétrique, ou avec un autre symétrique, par une rotation autour d'un autre axe?

Un axe qui est de symétrie inverse est-il toujours en même temps de symétrie directe?

Peut-on établir une classification complète des polyèdres, basée sur l'ordre, le nombre et l'espèce des axes de symétrie, directe ou inverse, qu'ils possèdent?

Le présent mémoire répond négativement aux deux premières de ces questions et affirmativement à la troisième.

On peut diviser les polyèdres en quatre catégories :

1° Ceux qui ne possèdent pas d'éléments de symétrie;

2° Ceux qui ne possèdent que des éléments directs;

3° Ceux qui ne possèdent que des éléments inverses;

4° Ceux qui possèdent à la fois des éléments directs et inverses.

Ces quatre catégories se subdivisent en vingt-cinq classes, différant de l'une à l'autre, soit par le nombre des ordres d'axes, soit par l'ordre de symétrie des axes, soit par l'espèce des axes, soit par le nombre d'axes du même ordre et de la même espèce.

Les six combinaisons que j'ai mentionnées dans mon rapport sur le second mémoire de M. Cesàro, forment les sept classes de la catégorie 2° ci-dessus. (*Sept* au lieu de *six*, parce que le cas $2\lambda^n$, $n\lambda'^2$, $n\lambda''^2$, a été subdivisé en deux, suivant que n est pair ou impair.)

Il est à remarquer que cette classification, en ce qui concerne les axes de symétrie inverse, se rapporte exclusivement à des symétriques supposés construits par rapport à un point.

Dès lors, il semble que l'on puisse ramener toute cette étude à des constructions à effectuer sur la sphère, par des considérations que je résume ici en quelques mots :

Soit A un axe de symétrie inverse du polyèdre P, I le point par rapport auquel a été construit le symétrique P′ correspondant à A.

On démontre facilement que le point I doit être sur A. Ainsi tous les axes de symétrie inverse relatifs au point I passent par ce point.

Décrivons une sphère du point I et marquons les intersections de cette sphère avec les axes de symétrie du polyèdre. Soient B et C deux de ces intersections.

Faisons tourner le système PP′ autour de IB, jusqu'à ce que P coïncide avec l'ancienne position de P′. P′ aura pris alors l'ancienne position de P. Mais l'axe IB n'a pas changé ; donc en faisant une seconde rotation semblable à la première, P′ et P reprendront tous deux leurs anciennes positions. Ainsi tout axe de symétrie inverse est un axe de symétrie directe pour un angle double. Il y a donc exception dans le cas où, après la seconde rotation, un tour complet serait achevé.

Dans tous les autres cas, l'axe IC a pris une position nouvelle dans l'espace; et comme P, abstraction faite de l'ordre des sommets, est revenu à sa place, on trouve un troisième axe de symétrie directe et inverse.

Continuant ainsi à trouver des axes; faisant tourner un sommet autour de ces axes de quantités marquées par leur ordre, ou par l'angle qui se rapporte à chacun d'entre eux, de manière à trouver d'autres sommets, que l'on fera aussi tourner; et se rappelant que le nombre total des sommets doit être limité, il semble que l'on doive trouver toutes les propriétés des axes de symétrie dans les polyèdres.

Mais je dois ajouter que M. Cesàro m'a déclaré avoir déjà eu recours antérieurement à des constructions sur la sphère et n'avoir pas trouvé cette méthode plus simple que la sienne.

Il est à désirer cependant qu'après la publication de ce troisième (ou plutôt quatrième) mémoire de M. Cesàro sur les polyèdres, quelqu'un entreprenne la tâche de refondre l'ensemble, pour en former une théorie simplifiée des axes de symétrie, propre à être introduite dans les traités de géométrie.

Pour le moment, j'ai l'honneur de proposer à la Classe d'ordonner l'impression du nouveau travail qui nous est soumis, et de voter des remerciements à notre savant confrère, M. Cesàro, pour ses remarquables communications. »

Rapport de M. Neuberg, deuxième commissaire.

« Dans le mémoire actuel et dans trois autres qui ont déjà paru dans les publications de l'Académie, M. Cesàro a considérablement simplifié et complété la théorie de la symétrie des cristaux. Ces travaux intéressent non seulement les cristallographes, mais aussi les mathématiciens; ils pourront constituer, sous une forme appropriée, les éléments d'un nouveau chapitre de la géométrie élémentaire. Il convient peut-être de les rapprocher des études analogues faites par d'éminents géomètres tels que Möbius (*Gesammelte Werke*, t. II) et Camille Jordan (*Journal de Crelle*, t. LXV).

Pour faire ressortir l'importance des recherches de notre savant confrère, qu'il me suffise de remarquer qu'elles résolvent complètement les problèmes suivants :

A. *Trouver tous les systèmes de points invariablement liés,* $P \equiv ABC..H$, *qui puissent coïncider de plus d'une manière avec eux-mêmes.*

Il doit donc exister au moins une permutation, $P' \equiv A'B'C' ...H'$, des mêmes points telle qu'on puisse faire coïncider A avec A′, B avec B′, etc.

La coïncidence s'obtient par une rotation de P autour d'une certaine droite (*axe de symétrie*) passant par le centre de gravité g des points A, B, C,..., H.

B. *Trouver tous les systèmes de points invariablement liés,* $P \equiv ABC..H$, *qui puissent coïncider avec un système* $P_1 \equiv A_1B_1C_1..H_1$ *symétrique de P par rapport à un point.*

Si l'on prend pour ce point le centre de gravité g de P, la coïncidence s'obtient encore par une rotation de P autour d'un axe mené par g, et cette rotation amène aussi P_1 en P. (On suppose les systèmes P, P_1 différents.)

C. *Étant donné un système* P *de la dernière espèce, trouver un axe tel qu'après une rotation autour de cette droite,* P *soit le symétrique de sa première position par rapport à un certain plan.*

Le problème B avait fait l'objet d'un premier travail. Le présent mémoire reprend la même question par une méthode plus simple et renferme tous les développements désirables.

Je me rallie volontiers aux propositions formulées par le premier commissaire. »

Rapport de M. Ch. de la Vallée Poussin, troisième commissaire.

« J'ai reçu il y a seulement deux ou trois jours le mémoire de M. Cesàro sur les polyèdres superposables à leur image. Dans cet intervalle si court, il ne m'a pas été possible d'étudier ce mémoire ; je n'ai pu que le parcourir. Mais je me suis aperçu promptement que ce n'était pas à proprement parler une étude de cristallographie, mais avant tout un travail de géométrie auquel les cristallographes pourraient avoir recours à l'occasion. Les deux premiers commissaires ont fait ressortir l'importance du mémoire de M. Cesàro au point de vue géométrique. Je me rallie donc à leurs conclusions, et demande à la Classe d'autoriser l'impression du texte et des figures qui l'accompagnent. »

La Classe adopte les propositions de ses commissaires. Des remerciements seront adressés à M. Cesàro et son travail figurera dans le Recueil des *Mémoires* in-4°.

Contribution à l'étude des quinhydrones. — Quinhydrones mixtes; par Alfred Biltris, docteur en sciences naturelles.

Rapport de M. W. Spring, premier commissaire

« M. Biltris s'est proposé de vérifier si les quinhydrones qui se forment par l'action des quinones sur les hydroquinones, sont des combinaisons atomiques ou de simples additions moléculaires.

A cette fin, l'auteur a préparé des *quinhydrones mixtes* en faisant réagir, d'une manière croisée, une hydroquinone avec un homologue de la quinone, puis, une autre fois, un homologue de l'hydroquinone avec une quinone. Dans le cas où ces réactions croisées fourniraient des produits identiques, il serait probable, dit l'auteur, que l'on aurait affaire à des *combinaisons atomiques* puisque la *combinaison moléculaire* ne peut effacer complètement le caractère spécial des individus chimiques qui s'associent.

Partant de là, M. Biltris a institué trois couples de réactions : il a préparé d'abord le produit de l'hydroquinone ordinaire et de la toluquinone et, inversement, le produit de la toluhydroquinone et de la quinone ordinaire.

Les corps résultant de ces réactions croisées ont été reconnus *identiques :* non seulement leur point de fusion a été le même (169°), mais ils ont donné, tous deux, les mêmes produits de dédoublement, savoir : l'hydroquinone et la toluquinone.

Ensuite l'auteur a fait réagir l'hydroquinone ordinaire sur la thymoquinone et la thymohydroquinone sur la quinone.

Les deux produits ont encore été identiques entre eux : ils fondaient à 136° et se décomposaient en thymoquinone et hydroquinone.

Enfin, le troisième couple de réactions a été celui de la toluhydroquinone avec la thymoquinone et de la thymohydroquinone avec la toluquinone; il a donné aussi des produits identiques fondant à 87°-88° et se décomposant de la même manière.

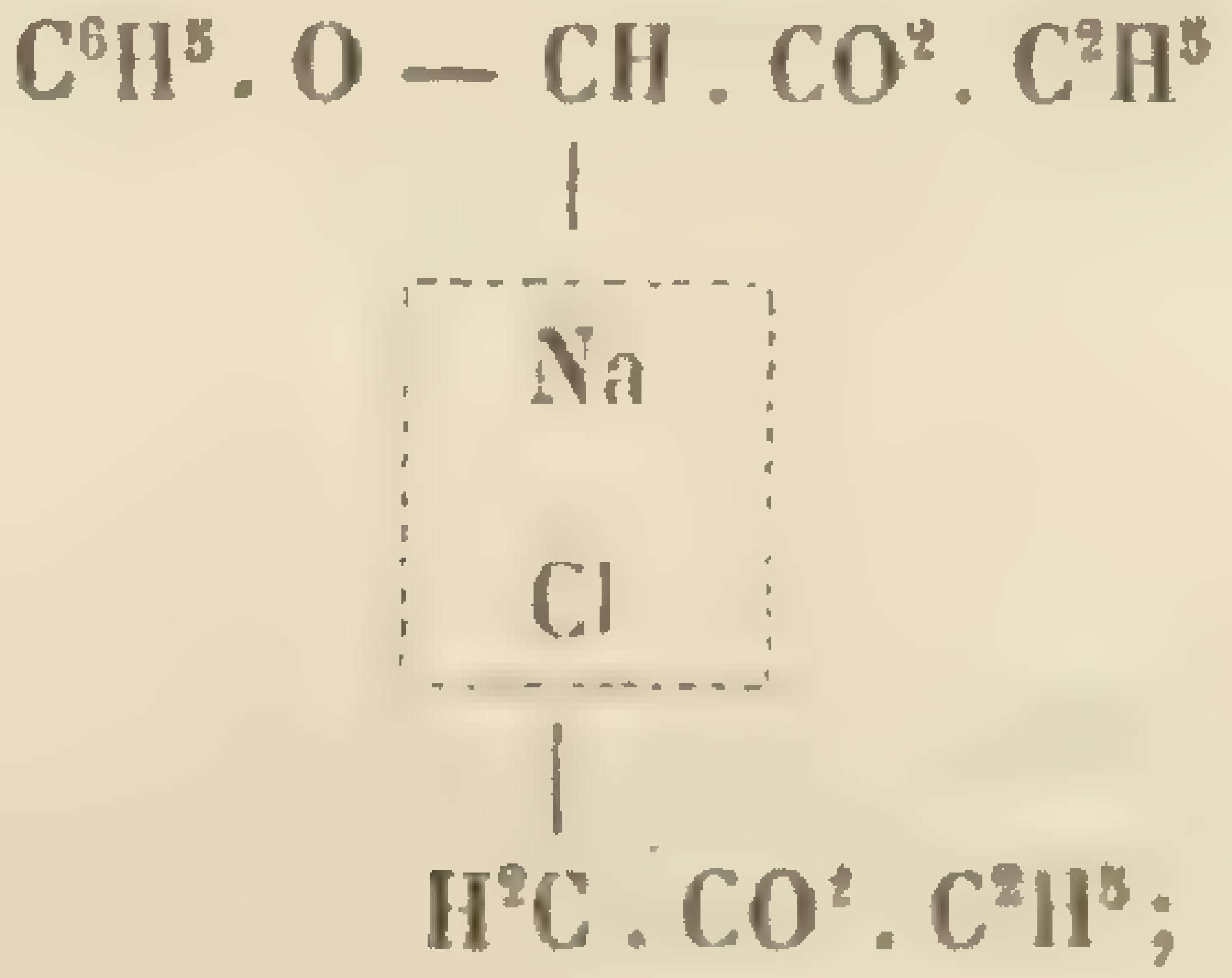
L'auteur conclut de ces résultats, avec une sage réserve il est vrai, à la constitution atomique des quinhydrones. Il fait remarquer lui-même que toujours la quinone inférieure enlève les 2H à la quinone supérieure lors du dédoublement de la molécule; ensuite, il établit par la cryoscopie et par l'ébullioscopie que les quinhydrones sont déjà dissociées dans leurs dissolvants et que, par conséquent, elles n'existent, comme composés complets, qu'à l'état solide. Ce fait me paraît les rapprocher beaucoup des combinaisons dites moléculaires; aussi, bien que je n'hésite pas à proposer l'insertion du travail de l'auteur dans le *Bulletin* de la séance en considération des faits nouveaux, bien observés, qu'il contient, je dois déclarer que ceux-ci ne sont pas de force à étayer une conviction au regard de la structure des quinhydrones. »

M. L. Henry, second commissaire, se rallie à l'avis de M. Spring. En conséquence, la Classe décide l'impression dans le *Bulletin* de la note de M. A. Biltris.

Recherches sur l'éther phénoxacétique. — Son action sur l'éther chloracétique; par A.-J.-J. Vandevelde, assistant à l'Université de Gand.

Rapport de M. W. Spring, premier commissaire.

« L'auteur a essayé de construire le phénoxysuccinate d'éthyle en soumettant le phénoxacétate d'éthyle sodé à l'action d'un dérivé monohalogéné de l'acétate d'éthyle, ainsi que le montre, en résumé, la formule :



$$\begin{array}{c} C^6H^5.O - CH.CO^2.C^2H^5 \\ | \\ \boxed{\begin{array}{c} Na \\ \\ Cl \end{array}} \\ | \\ H^2C.CO^2.C^2H^5; \end{array}$$

mais il n'a obtenu que la régénération du phénoxacétate d'éthyle. Ce résultat négatif l'a conduit à étudier de plus près le phénoxacétate d'éthyle sodé, en vue de pénétrer la cause de l'insuccès de la réaction avec l'acétate d'éthyle halogéné.

M. Vandevelde prouve, par des expériences bien faites, que la cause de la régénération du phénoxacétate d'éthyle se trouve dans cette circonstance que le chloracétate d'éthyle abandonne lentement de l'acide chlorhydrique pendant son ébullition et qu'il en fournit rapidement s'il se trouve en présence d'un corps en état de réagir avec cet acide chlorhydrique. C'est cet acide qui réagit avec le phénoxacétate d'éthyle sodé et lui enlève le sodium pour le remplacer par de l'hydrogène.

L'auteur a constaté, de plus, que le phénoxacétate d'éthyle se décompose lui-même par une ébullition prolongée en devenant acide : toutefois il résiste à l'hydrolyse par l'action de l'eau seule.

Le travail de M. Vandevelde a été conduit avec le soin minutieux dont l'auteur a fait preuve aussi dans ses recherches antérieures; je n'hésite donc pas à en proposer à la Classe l'insertion dans le *Bulletin* de la séance. »

M. Louis Henry, second commissaire, se rallie à cette proposition, qui est adoptée par la Classe.

Influence des variations atmosphériques sur l'attention volontaire des élèves; par le Dr professeur M.-C. Schuyten.

Rapport de M. J. Delbœuf, premier commissaire.

« Le court mémoire du Dr professeur Schuyten établit un résultat principal extrêmement curieux : 1° que l'attention volontaire des écoliers serait sous l'influence directe de la température atmosphérique moyenne de l'Europe centrale; 2° qu'elle est plus grande chez les élèves des classes supérieures que chez ceux des classes inférieures; 3° qu'elle est plus développée chez les filles que chez les garçons; 4° qu'elle est plus forte le matin, et va diminuant de 8 1/2 à 11 heures, et de même de 2 à 4 heures, celle de 2 étant supérieure à celle de 11. Ces derniers résultats n'ont rien à voir avec la température, et le dernier entre autres s'explique sans peine. Revenons au premier. D'après le texte, l'attention monte et baisse régulièrement avec la température. L'expression est défectueuse; c'est le contraire qu'il faut dire : l'attention est en raison inverse de la température; elle est plus forte en hiver qu'en été.

Mais ce qui est tout à fait étrange, c'est le parallélisme des deux courbes; elles se recouvrent presque, sauf dans le mois de mars où elles s'écartent, celle de l'attention montant et atteignant son maximum au milieu du mois. A première vue, il semble assez difficile de mesurer l'attention. La manière dont s'y est pris M. Schuyten est assez simple, et en gros elle doit donner des résultats suffisamment exacts. Ayant obtenu la permission de faire ses observations dans quatre écoles primaires d'Anvers, il allait les visiter quatre fois par jour, toujours dans les mêmes conditions, et voici comment il procédait. Il s'arrangeait de manière à voir d'un coup d'œil tous les élèves de la classe, et l'instituteur se plaçant derrière eux leur commandait de lire des yeux, deux pages de leur livre de lecture. Alors M. Schuyten notait rapidement combien il y en avait qui paraissaient distraits. Le rapport du nombre des autres au total de la classe lui donnait la mesure de l'attention. C'est ainsi qu'il trouvait que pour les filles, par exemple, elle était de 80 °/₀ en janvier, de 77 en février, de 85 en mars, de 75 en avril, de 76 en mai, de 58 en juin, de 42 en juillet, de 60 en octobre, de 70 en novembre et de 82 en décembre. Ce sont les chiffres du matin. Ces mêmes chiffres tombent l'après-midi respectivement à 65, 58, 67, 58, 43, 30, 21, 51, 56 et 65. Malheureusement l'auteur combine des °/₀, et ne nous donne pas l'effectif des classes. Or, pareille licence peut entraîner des erreurs plus ou moins notables. Voici une classe de 30 élèves, contenant deux tiers d'attentifs, soit une proportion de 66 °/₀; une autre de 50, où il n'y a que 25 attentifs, soit 50 °/₀. L'auteur en conclura que la moyenne est de 58 °/₀; en réalité cependant, elle n'est que de 56. Toutefois je doute que, ces corrections faites, le résultat dans sa physionomie générale en soit altéré. Avant de l'énoncer, M. Schuyten s'était, par des expériences préalables, assuré que les données hygrométriques, barométriques, même magnétiques, n'étaient dans aucun rapport avec l'attention; que celle-ci n'était influencée que par le thermomètre. Il y aurait beaucoup de commentaires à faire à ce propos. Le raisonnement de l'auteur est un type de *cum hoc, ergo propter hoc*. Et pourtant, en réalité, pendant les mois d'hiver, la température des classes est généralement uniforme. La hausse de l'attention d'octobre en janvier pourrait s'expliquer par l'entraînement, de même que la baisse de mars en juillet par la fatigue; et la hausse spéciale et remarquable de février en mars pourrait se mettre sur le compte du printemps. En un mot, l'allure de la courbe annuelle de l'attention nous semble susceptible de recevoir une explication analogue à celle de la courbe journalière.

L'auteur nous annonce qu'il expliquera la dernière observation dans une prochaine communication. Nous l'attendrons, puisque nous proposons à la Classe d'accueillir le mémoire de M. Schuyten, et d'adresser des remerciements à l'auteur. »

—

Rapport de M. Léon Fredericq, second commissaire.

« L'auteur a noté plusieurs fois chaque jour, pendant les mois de mars à décembre 1895 et de janvier-février 1896, la proportion d'élèves attentifs à la lecture dans des classes de garçons et de filles des écoles d'Anvers. Il a calculé pour chaque mois la moyenne d'élèves attentifs et construit, au moyen de ces nombres, une courbe des variations mensuelles de l'attention allant de mars 1895 à février 1896. En comparant cette courbe avec celle de la température mensuelle normale moyenne de l'Europe, il constate que les deux courbes présentent les mêmes inflexions. L'attention baisse quand la température monte et vice versa. La courbe d'attention s'abaisse de mars 1895 à juillet 1895, tandis que la courbe de température s'élève. De même la courbe d'attention s'élève d'octobre à décembre 1895, pour s'abaisser de janvier à février 1896, pendant que la courbe de température suit une marche inverse. L'auteur en conclut que les variations d'attention sont dues essentiellement aux variations de la température atmosphérique.

Même en admettant avec l'auteur un parallélisme rigoureux entre les deux courbes, il resterait, comme le fait observer le premier commissaire, un doute sur la question de savoir si la relation est bien celle de cause à effet. Mais de plus, je me permets de mettre en doute la proportionnalité des deux ordres de valeurs comparées pour la période qui va de novembre à mai. J'accorde que pour juin et juillet, les deux courbes sont bien nettement proportionnelles, et ici il ne me répugne pas d'admettre que le faible degré d'attention observé pendant ces deux mois dépend en grande partie de la température élevée. J'observe par contre que les nombres exprimant le degré d'attention de novembre à mai présentent des valeurs très semblables (novembre 62 %, décembre 67, janvier 68, février 65, mars 77, avril 69, mai 64), quoique la température varie considérablement. Cette portion de la courbe est une espèce de plateau présentant deux bosses, dont la plus considérable, celle de mars, ne correspond pas au minimum de température. Mai (64) a une valeur analogue à celle de février (65) ou de novembre (62); avril (69) a un degré d'attention plus élevé que décembre (67) ou janvier (68). Ici la corrélation entre la température et le degré d'attention me paraît faire défaut. Quant à octobre, ce mois succédant à la période des vacances (les cours reprennent le 20 septembre), se trouve peut-être dans des conditions spéciales au point de vue de l'attention.

Quelle que soit l'interprétation des faits observés par l'auteur, ces faits constituent des documents intéressants. Je me joins donc au premier commissaire pour proposer à la Classe de publier dans le *Bulletin* l'intéressante notice de M. Schuyten et une partie des tableaux qui l'accompagnent, et de voter des remerciements à l'auteur en l'engageant à poursuivre ses recherches. »

Ces propositions sont adoptées par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Recherches sur la volatilité dans les composés carbonés. — De la volatilité des composés chloro-nitrés et bromo-nitrés; par Louis Henry, membre de l'Académie.

J'ai fait voir dans diverses communications antérieures l'influence qu'exerce sur la volatilité des composés carbonés l'accumulation des radicaux négatifs en un point de leurs molécules.

Il est intéressant d'examiner sous ce rapport les composés *halo-nitrés* $X (Cl, Br, I), X' (NO_2)$ et, parmi ceux-ci, avant tous les composés *chloro-nitrés* Cl, NO_2.

I. Je m'occuperai d'abord des dérivés *mono-chloro-nitrés*. Les dérivés *mono-chloro-nitrés* permettent de résoudre deux questions quant à l'influence volatilisante de la coexistence des radicaux Cl et NO_2 :

a) cette influence envisagée en elle-même, dans son intensité maximum;

b) la relation de l'intensité de cette influence avec le degré de rapprochement ou d'éloignement de ces radicaux dans la molécule totale.

ÉTAGE C_1. — *Dérivés méthyléniques.* Les radicaux Cl et NO_2 sont fixés sur le même atome de carbone, par conséquent dans le plus étroit voisinage. Leur coexistence constitue une *cause puissante* de volatilité.

Voici les faits directement constatés :

La substitution de Cl ou de NO_2 à H dans le méthane CH_4 détermine dans celui-ci une élévation considérable dans le point d'ébullition.

	Ébullition.	Différence.
CH_4	$-\ 164°$	$+\ 141°$
CH_3Cl	$-\ 23°$	
CH_4	$-\ 164°$	266°
$CH_3(NO_2)$	$+\ 102°$	

Celle-ci est beaucoup moindre alors que la substitution de Cl ou NO_2 à H se réalise dans la molécule du méthane où se rencontre déjà l'un de ces radicaux, à la suite d'une substitution antérieure.

	Ébullition.	Différence.
$CH_3(NO_2)$	$+\ 102°$	$+\ 20°$
$H_2C < {NO_2 \atop Cl}$	122°	
CH_3Cl	$-\ 23°$	145°
$H_2C < {Cl \atop NO_2}$	$+\ 122°$	

Les chiffres 141° et 20° pour les substitutions *chlorées*, 266° et 145° pour les substitutions *nitrées* montrent à l'évidence l'influence de la substitution antérieure sur l'élévation dans le point d'ébullition ; celle-ci se mesure dans l'un et l'autre cas par une différence de 121°.

Le fait deviendra, sinon plus évident, plus rigoureusement précis si nous calculons les élévations dans les points d'ébullition à la suite des substitutions *chlorées* ou *nitrées* proportionnellement aux augmentations qu'elles déterminent dans les poids moléculaires des composés qui la subissent. Il est nécessaire, dans ce cas, d'employer les *points d'ébullition absolus* (Éb. + 273°).

a) *Substitutions chlorées.*

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
H_4C	16,0	34,5	109°	+ 141°
$H_3C - Cl$	50,5		250°	
Augmentation °/₀		215,62	129,35	

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
$H_3C - NO_2$	61,0	34,5	375°	+ 20°
$H_2C < {NO_2 \atop Cl}$	95,5		395°	
Augmentation °/₀		56,5	5,33	

Cette augmentation de 5,33 °/₀ dans le point d'ébullition devrait être, selon la proportion de CH_4 en CH_3 Cl, de 33,89 °/₀.

b) *Substitutions nitrées.*

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
H_4C	16,0	45	109°	266°
$H_3C - NO_2$	61,0		375°	
Augmentation °/₀		281,2	244°	

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
$H_3C - Cl$	50,5	45	250°	145°
$H_2C < {Cl \atop NO_2}$	95,5		395°	
Augmentation °/₀		89,1	58	

Cette augmentation de 38 % dans le point d'ébullition devrait être, selon la proportion constatée dans CH_4 en $CH_3 - NO_2$, de 77,2 %.

ÉTAGE C_3. — L'influence volatilisante de la coexistence de Cl et NO_2 se fait encore sentir, mais dans une proportion moindre, alors que les radicaux Cl et NO_2 se trouvent fixés sur des atomes de carbone différents, mais voisins et directement unis l'un à l'autre.

Je ne puis invoquer en ce moment, pour constater ce fait, qu'un seul exemple, celui qu'offre le propane *chloro-nitré* $H_3C - CH\,Cl - CH_2 - (NO_2)$. Éb. 172°, que j'ai fait connaître antérieurement.

Voici les faits de l'ordre expérimental.

Substitution chlorée.

	Ébullition. —	Différence. —
C_3H_8	− 40°	+ 76°
C_3H_7Cl (*)	+ 36°	

Substitution nitrée.

C_3H_8	− 40°	170°
$C_3H_7NO_2$ (**)	+ 130°	

Les mêmes substitutions réalisées dans le propane qui a déjà subi une substitution *chlorée* ou *nitrée*, déterminent une diminution de volatilité beaucoup moindre.

(*) Secondaire $> CH - Cl$.

(**) Primaire, $H_2C - NO_2$.

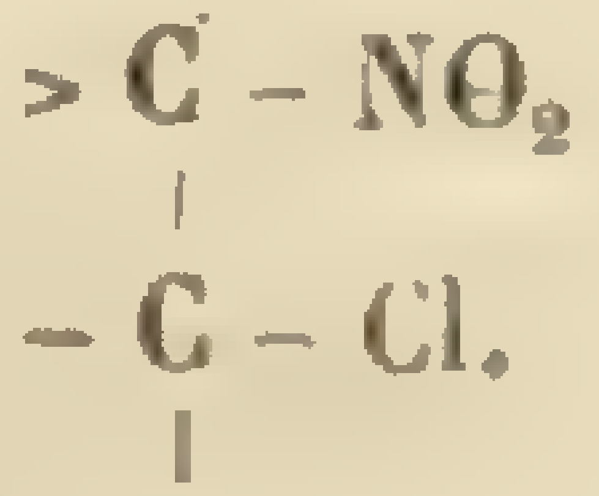
Substitution chlorée.

	Ébullition.	Différence.
$H_7C_3-NO_2$	130°	+ 42°
$H_6C_3 < \begin{matrix}NO_2\\ Cl\end{matrix}$	172°	

Substitution nitrée.

	Ébullition.	Différence.
H_7C_3-Cl	56°	136°
$H_6C_3 < \begin{matrix}Cl\\ NO_2\end{matrix}$	172°	

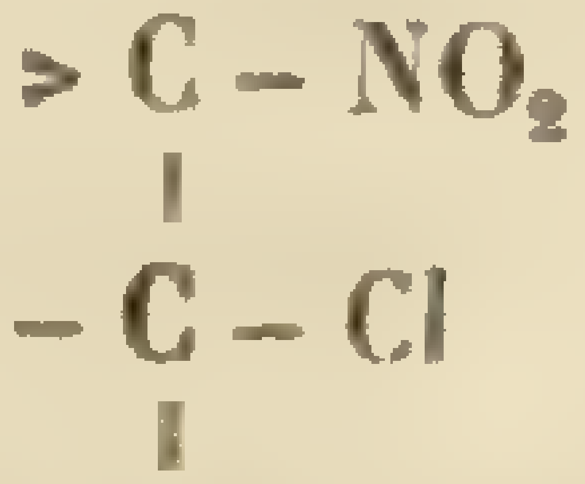
Les différences 76 à 42° pour la substitution *chlorée* 170 à 136° pour la substitution *nitrée*, c'est-à-dire 34°, montrent l'influence volatilisante de l'existence dans la molécule totale du système



$$\begin{array}{l} >C-NO_2\\ \;\;\;|\\ -C-Cl.\\ \;\;\;| \end{array}$$

Cette influence se mesurait par 120° pour le système monocarboné $> C < \begin{matrix}Cl\\ NO_2\end{matrix}$.

Pour préciser cette influence volatilisante du système



$$\begin{array}{l} >C-NO_2\\ \;\;\;|\\ -C-Cl\\ \;\;\;| \end{array}$$

nous calculerons, comme précédemment, ces élévations dans les points absolus d'ébullition proportionnellement aux élévations déterminées dans les poids moléculaires par les substitutions de Cl ou NO_2 correspondantes.

Substitutions chlorées.

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
	—	—	—	—
C_3H_8	44,0	34,5	233°	77°
C_3H_7Cl	78,5		310°	
Augmentation °/.		78,40	33,4	
$C_3H_7-NO_2$	89,0	34,5	403°	42°
$C_3H_6 < \substack{NO_2 \\ Cl}$	123,5		446°	
Augmentation °/.		38,76	10,42	

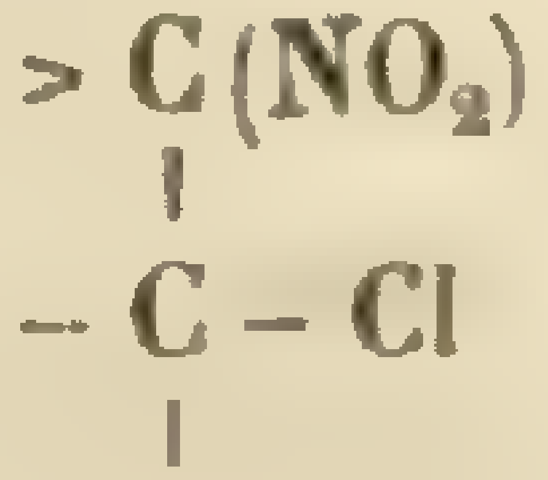
Au lieu de 10,42, selon la proportion constatée entre C_3H_8 et C_3H_7,Cl, ce serait 18,46, et selon la proportion de $CH_3(N\text{-}O_2)$ en $CH_2 < \substack{Cl \\ NO_2}$, ce serait au contraire 3,65 seulement.

Substitutions nitrées.

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
	—	—	—	—
C_3H_8	44,0	45	233°	170°
$C_3H_7-NO_2$	89,0		403°	
Augmentation °/.		102,27	72,96	
C_3H_7Cl	78,5	45	330°	135°
$C_3H_6 < \substack{Cl \\ NO_2}$	123,5		445°	
Augmentation °/.		57,3	43,5	

Selon la proportion de CH_3Cl en $CH_2 < \begin{smallmatrix}Cl\\NO_2\end{smallmatrix}$, cette augmentation devrait être de 37,29 seulement.

Un éloignement plus considérable des radicaux Cl et NO_2 dans la *molécule*, déjà l'interposition d'un chaînon $> CH_2$ dans le système chloro-nitré



$$\begin{array}{l} > C(NO_2) \\ \quad | \\ - C - Cl \\ \quad | \end{array}$$

fait disparaître, sinon totalement, du moins en grande partie, l'influence volatilisante. C'est ce que démontre le *chloro-nitro-propane bi-primaire* $ClCH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2(NO_2)$ (*).

Ce produit bout sous la pression ordinaire à 197° ; son isomère bout au contraire à 172°.

$CH_2Cl - CH_2 - CH_2(NO_2)$	197°
$CH_3 - CHCl - CH_2(NO_2)$	172°

La différence 25° dépasse considérablement la différence que l'on constate, notamment dans les dérivés chlorhydriques, à l'étage C_3, outre un dérivé *primaire* et un dérivé *secondaire*

$CH_2Cl - CH_2 - CH_3$	46°
$CH_3 - CHCl - CH_3$	37°

où la différence est 9 seulement.

B. Les dérivés *poly-chloro-nitrés* permettent de résoudre la question de la relation de cette influence volatilisante avec la quantité atomique des radicaux Cl et NO_2.

(*) Voir plus loin ma notice *Sur les dérivés tri-méthyléniques.*

Les composés de cette sorte sont rares ; on n'en trouve qu'à l'étage C_1, où ils sont représentés par le *bichloro-dinitro-méthane* $Cl_2C-(NO_2)_2$, l'huile de Marignac et la *chloropicrine* ou le nitro-chloroforme $(NO_2)CCl_3$.

L'*huile de Marignac* est indiquée (*) comme bouillant au-dessus de 100°, mais son point d'ébullition précis est encore à déterminer. Je regrette de n'avoir pas été à même de combler cette lacune.

Ce composé est donc inutilisable au point de vue de mon argumentation.

Il reste le *nitro-chloroforme* $(NO_2)CCl_3$, corps d'un intérêt considérable sous divers rapports.

Le *nitro-chloroforme* bout sous la pression ordinaire à 112°.

La comparaison de ce corps avec le *méthane chloro-nitré*, d'une part, $H_2C<\begin{smallmatrix}NO_2\\Cl\end{smallmatrix}$, et le *chloroforme* $HCCl_3$, d'autre part, rend évidente l'influence volatilisante de l'accumulation du chlore.

1° *Méthane chloro-nitré* $H_2C<\begin{smallmatrix}Cl\\NO_2\end{smallmatrix}$.

Voici les faits :

	Ébullition.	Différence.
	—	—
H_2CH_2	− 164°	206°
Cl_2CH_2	+ 42°	
H_2CHCl	− 23°	+ 83°
Cl_2CHCl	+ 60°	

(*) Beilstein, *Organische Chemie*, t. I, p. 203, 3e édition.

	Ébullition.	Différence.
H_2CCl_2	+ 42°	33°
Cl_2CCl_2	+ 75°	
$H_2C < \begin{matrix}Cl\\NO_2\end{matrix}$	+ 122°	− 10°
$Cl_2C < \begin{matrix}Cl\\NO_2\end{matrix}$	+ 112°	

Le remplacement de H_2 ou 2 en poids par Cl_2 ou 71 en poids dans la molécule intacte du méthane ou du méthane mono- et bichloré, élève constamment le point d'ébullition, là même où, comme dans le dernier cas, tout l'hydrogène de la molécule primitive a disparu.

Ce rapport de volatilité est renversé entre le méthane chloro-nitré $H_2C < \begin{matrix}NO_2\\Cl\end{matrix}$ et le nitro-chloroforme ; la substitution de Cl_2 à H_2 s'accompagne ici, fait extraordinaire, d'une augmentation de volatilité mesurée par un abaissement de 10° dans le point d'ébullition du produit primitif.

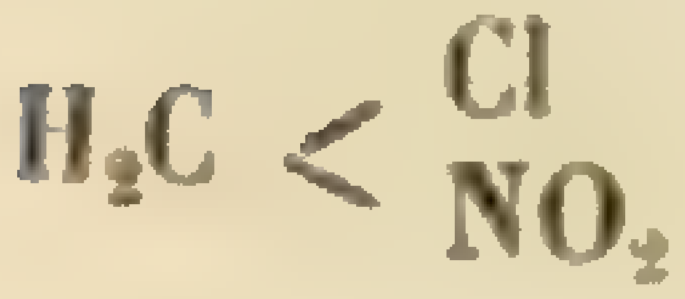
2° *Chloroforme* $HCCl_3$.

Voici les faits :

	Ébullition.	Différence.
H_4C	− 164°	+ 266°
$H_3C - NO_2$	+ 102°	
$H_3C - Cl$	− 23°	145°
$H_2C < \begin{matrix}Cl\\NO_2\end{matrix}$	+ 122°	
$HCCl_3$	+ 60°	52°
$(NO_2)CCl_3$	+ 112°	

Le remplacement de H par NO_2, qui élève le point d'ébullition du méthane de 266°, ne détermine dans le chloro-méthane qu'une élévation de 145°, et de 52° seulement dans le chloroforme.

Ces différences se précisent si on les calcule proportionnellement aux élévations dans les poids moléculaires dont elles sont la conséquence.

	Poids moléculaire.	Différence.	Ébullition absolue.	Différence.
H_4C	16,0	45	109°	266°
$H_3C(NO_2)$	61,0		375°	
Augmentation °/o		281,2	244	
H_3C-Cl	50,5	45	250°	145°
 $H_2C<\begin{matrix}Cl\\NO_2\end{matrix}$	95,5		395°	
Augmentation °/o		89,1	58	
Cl_3C-H	119,5	45	353°	52°
Cl_3C-NO_2	164,5		385°	
Augmentation °/o		37,65	15,61	

Au lieu de 15,61 °/o, selon la proportion constatée lors de la transformation de CH_4 en $CH_3(NO_2)$, ce serait 32,66 °/o ;

selon celle constatée lors de la transformation de CH_3Cl en $CH_2 < \genfrac{}{}{0pt}{}{NO_2}{Cl}$, ce serait 24,50 %.

L'influence exercée par la masse atomique du chlore est évidente.

Les dérivés bromo-nitrés, renfermant les systèmes Br et NO_2, donnent lieu aux mêmes observations générales.

Voici d'abord ce qui concerne les dérivés *mono-carbonés* renfermant le système $> C < \genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{NO_2}$.

	Ébullition.	Différence.
H_4C	− 164°	+ 168°
$H_3C - Br$	+ 4°	
H_4C	− 164°	+ 266°
$H_3C - NO_2$	+ 102°	
$H_3C - NO_2$	+ 102°	+ 42°
$H_2C < \genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{NO_2}$	+ 144°	
$H_3C - Br$	+ 4°	+ 140°
$H_2C < \genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{NO_2}$	+ 144°	

Les différences 168° et 42°, d'une part, 266° et 140°, d'autre part, c'est-à-dire 126°, mesurent l'influence volatilisante du système $> C < \genfrac{}{}{0pt}{}{NO_2}{Br}$.

On voit que cette influence est à peu près du même ordre d'intensité que celle du système chloro-nitré correspondant $> C < \substack{NO_2 \\ Cl}{}^{2}$ que j'ai trouvée égale à 120°.

A l'étage C_2, on rencontre des composés éthylidéniques renfermant aussi le système bromo-nitré $- \underset{|}{C} < \substack{NO_2 \\ Br}{}^{2}$.

	Ébullition.	Différence.
C_2H_6	$-$ 90°	+ 129°
$H_5C_2 - Br$	+ 39°	
H_6C_2	$-$ 90°	+ 205°
$H_5C_2 - NO_2$	+ 113°	
$H_5C_2 - Br$	+ 39°	107°
$H_3C - CH < \substack{Br \\ NO_2}$	+ 146°	
$H_5C_2 - NO_2$	113°	33°
$H_3C - CH < \substack{NO_2 \\ Br}$	146°	

Les différences 129° et 33° pour la substitution *bromée*, 205° et 107° pour la substitution *nitrée*, c'est-à-dire 96°, mesurent l'influence volatilisante, à cet étage, de la présence dans la molécule totale du système *bromo-nitré* $> C < \substack{NO_2 \\ Br}{}^{2}$.

A l'étage C_2, on rencontre un composé de la formule

$CH_3 - C < \begin{matrix} NO_2 \\ Br_2 \end{matrix}$, le dibromo-nitro-éthane, auquel on assigne 165° pour point d'ébullition (*).

Ce composé est bien de nature à faire voir l'influence qu'exerce sur la volatilité de la molécule totale l'existence du système si fortement bromé $- C < \begin{matrix} (NO_2) \\ Br_2 \end{matrix}$.

	Ébullition.	Différence.
C_2H_6	− 90°	+ 200°
$CH_3 - CHBr_2$	+ 110°	
$C_2H_5 - NO_2$	+ 115°	+ 52°
$CH_3 - C < \begin{matrix} NO_2 \\ Br_2 \end{matrix}$	+ 165°	
C_2H_6	− 90°	205°
$C_2H_5 - NO_2$	+ 115°	
$CH_3 - CHBr_2$	110°	55°
$CH_3 - C < \begin{matrix} NO_2 \\ Br_2 \end{matrix}$	165°	

Les différences 200° et 52°, 205° et 55°, c'est-à-dire dans les deux cas 148°, mesurent l'intensité de cette influence.

(*) Tscherniak, *Liebig's Annalen*, t. CLXXX, p. 114.

Sur divers composés tri-méthyléniques; par Louis Henry, membre de l'Académie.

J'ai toujours attaché une importance spéciale aux composés *tri-méthyléniques* $XCH_2 - CH_2 - CH_2X$. Ce sont, en effet, les plus simples parmi les composés polyatomiques que j'appelle *discontinus*, les deux chaînons actifs $-CH_2X$ y étant séparés par un seul groupement méthylène $> CH_2$.

Aussi, depuis une douzaine d'années, ont-ils fait l'objet de mes études expérimentales, à divers points de vue, sous le rapport de la volatilité et de la fusibilité dans les composés carbonés, de la solidarité fonctionnelle, etc.

Dans le cours de ces recherches, j'ai été dans la nécessité et l'occasion de mettre au jour divers composés de ce groupe non encore signalés. Il en est même d'assez anciens, puisqu'ils remontent à plus de dix ans. Je vois beaucoup de motifs pour ne pas les maintenir plus longtemps confinés dans l'obscurité et l'incognito de mon journal d'expériences. Il en est notamment qui ont déjà été décrits par d'autres chimistes. S'il est agréable de voir ses déterminations personnelles confirmées par autrui, il l'est peu d'être devancé et de perdre ainsi le fruit d'un travail souvent pénible et difficile.

Telle est la raison d'être de la présente notice.

J'ai déjà fait connaître la différence d'aptitude réactionnelle vis-à-vis des éléments positifs et des composés qui les renferment, que l'on constate entre Cl et Br, éther haloïde. Le chloro-bromure de tri-méthylène (*) $CH_2Cl - CH_2 - CH_2Br$ renferme les deux systèmes CH_2Cl et CH_2Br dans la même situation, mais inégalement actifs. J'ai précédemment (**) mis à profit cette différence d'activité pour former le nitrile $CH_2Cl - CH_2 - CH_2 - CN$ chloro-butyrique primaire, par la réaction de ce composé sur une molécule unique de KCN.

Dans les mêmes conditions, en présence d'une quantité de réactif de nature à attaquer seulement CH_2Br, j'ai obtenu quelques autres dérivés intéressants.

Chloro-iodure de tri-méthylène.

$$CH_2Cl - CH_2 - CH_2I.$$

On fait réagir, dans un appareil à reflux, sous une spirale, au bain d'eau, molécules égales de chloro-bromure de tri-méthylène et d'iodure potassique ou sodique dans l'alcool éthylique ou méthylique. Les meilleurs résultats s'obtiennent à l'aide de l'iodure sodique et de l'alcool méthylique. La précipitation de NaBr est rapide.

Le produit brut se constitue de trois corps distincts :

a) $C_3H_6 < {Cl \atop Br}$, éb. 142°, qui a échappé à la réaction;

(*) Le chloro-bromure de tri-méthylène m'a été fourni à partir de 1884 par la maison Kahlbaum qui a eu l'obligeance d'en faire fabriquer à ma demande. Depuis cette époque, ce composé est devenu commercial et a figuré dans le catalogue de cet établissement si important et si hautement remarquable par l'excellence de ses produits.

Le chloro-bromure de M. Kahlbaum était très pur : il bouillait, en presque totalité, à 142° sous la pression de 757-758 millimètres.

(**) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1158 (année 1885).

b)
$C_3H_6 < \begin{matrix} I \\ I \end{matrix}$, éb. 224°, produit d'une réaction totale ;

c) enfin,
$C_3H_6 < \begin{matrix} Cl \\ I \end{matrix}$, éb. vers 170°, produit principal.

On voit qu'il n'est pas difficile d'isoler celui-ci, à la suite de quelques distillations fractionnées.

Le *chloro-iodure de tri-méthylène* $CH_2Cl - CH_2 - CH_2I$ constitue un liquide incolore, mais brunissant à la lumière à la façon des éthers iodhydriques, d'une odeur piquante, d'une saveur brûlante. Sa densité à 20°,5 est égale à 1,901. Il bout sous la pression ordinaire à 170°-172°, en passant légèrement coloré en violet. Il se congèle dans le mélange de neige carbonique et d'éther, et fond à — 69°,5.

Sa densité de vapeur a fourni les chiffres suivants :

Substance.	$0^{gr},0326$
Pression barométrique . . .	758^{mm}
Mercure soulevé.	723^{mm}
Tension de la vapeur	35^{mm}
Volume de la vapeur	$107^{c},6$
Température.	100°

La densité trouvée est 6,95. La densité calculée est 7,06.

Son analyse a fourni les résultats suivants :

I. $0^{gr},8428$ de produit ont donné $1^{gr},5767$ de chloro-iodure d'argent.

Ce qui correspond à 80,32 °/₀ de chlore et d'iode. La formule en demande 79,46.

Le chloro-iodure de tri-méthylène manifeste une grande aptitude réactionnelle vis-à-vis des réactifs hydrogénés et métalliques par son fragment - CH_2I. Il m'a servi notamment à préparer le *propane nitro-chloré* bi-primaire $CH_2Cl - CH_2 - CH_2 (NO_2)$ par sa réaction sur le nitrite d'argent. (Voir plus loin.)

Je crois qu'il serait aisé de s'élever, à l'aide de ce composé, jusqu'à l'étage C_6, dans ses dérivés normaux.

Di-iodure de tri-méthylène.

$ICH_2 - CH_2 - CH_2I$.

C'est le produit de la réaction des chlorures ou bromures de tri-méthylène sur KI ou NaI dans l'alcool $CH_3 - OH$ ou $C_2H_5 - OH$.

Liquide incolore, bouillant à 224°, fusible à - 9°.

Ce composé contraste d'une manière bien remarquable avec l'iodure d'éthylène $ICH_2 - CH_2I$, par sa stabilité et son état physique.

Je m'en suis déjà occupé précédemment. (Voir ma notice dans les *Bulletins de la Société chimique de Berlin*, t. XVIII, p. 519.)

Dans une note publiée dans les *Comptes rendus*, t. CI, page 816 (année 1885), *Sur la volatilité dans les composés organiques mixtes*, j'ai fait voir que ceux qui renferment des radicaux X et X', *fonctionnellement* équivalents, ont des points d'ébullition qui sont précisément la moyenne arithmétique entre les points d'ébullition des composés simples correspondants. Les dérivés tri-méthyléniques mixtes confirment cette loi d'une manière intéressante.

	Ébullition.	Moyenne.
$C_3H_6Cl_2$	120°	142°,5
$C_3H_6Br_2$	165°	
$C_3H_6 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{Br}$	142°	
$C_3H_6Cl_2$	120°	172°
$C_3H_6I_2$	224°	
$C_3H_6 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{I}$	172°	

DÉRIVÉS OXY-PHÉNYLIQUES.

A. Propane chloro-oxy-phénylique bi-primaire $ClCH_2-CH_2-CH_2(OC_6H_5)$.

On chauffe, au bain d'eau, dans un appareil à reflux, molécules égales de chloro-bromure de tri-méthylène et de phénate potassique (phénol + KOH caustique) dans l'alcool ordinaire. Il s'établit une réaction vive après quelque temps et il se dépose abondamment du bromure potassique. L'addition de l'eau détermine la précipitation d'une huile lourde, insoluble et plus dense que l'eau, qui bout en presque totalité vers 245°-255°. La distillation fractionnée fournit aisément un produit pur.

Le *propane chloro-oxy-phénylique* ainsi obtenu constitue un liquide incolore, très réfringent, d'une odeur phénylique, d'une saveur brûlante, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'éther, etc.

Il bout sous la pression de 762 millimètres à 245° fixe.

Il se congèle aisément pendant les froids de l'hiver, en formant de grands cristaux d'une transparence parfaite, et fond à 11°,8-12° (*).

Son analyse a fourni les résultats suivants :

I. 0gr,3140 de substance ont donné 0gr,2624 de chlorure d'argent (méthode de Carius);

II. 0gr,2632 ont donné 0gr,2201 de composé argentique ;

(*) L'éthane *chloro-oxyphénylé* $ClCH_2-CH_2(OC_6H_5)$, que j'ai obtenu dans les mêmes conditions (voir *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1233), bout à 221° et fond à 28°.

III. 0gr,3001 ont donné 0gr,2510 de composé argentique.

Ce qui correspond à :

Chlore °/₀ trouvé.			Calculé °/₀.
I.	II.	III.	
20,66	20,68	20,71	20,82

B. *Propane bi-oxy-phénylé bi-primaire* $(C_6H_5O)\ CH_2$-CH_2-$CH_2\ (OC_6H_5)$.

Il résulte de l'action du bi-bromure de tri-méthylène sur le phénate potassique dissous dans l'alcool, dans la proportion de deux molécules de celui-ci sur une seule de bromure. On chauffe dans un appareil à reflux au bain d'eau, environ une heure.

On opère comme il a été dit plus haut. La distillation fournit le produit du premier coup à l'état de pureté.

Ce corps se présente sous forme de petites lamelles cristallines, incolores, sans odeur bien sensible, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool et l'éther.

Il bout fixé à 338°-340°, sous la pression de 762 millimètres, toute la colonne mercurielle dans la vapeur, et fond à 57°.

Les composés carbonés polyatomiques mixtes (*) $> CXX'$ renfermant des radicaux différents, quantitativement équivalents, mais différents *fonctionnellement*, ont des points d'ébullition qui dépassent la moyenne des points d'ébullition des composés simples correspondants.

(*) Voir ma notice dans les *Comptes rendus*, t. CI, p. 816.

Le *propane chloro-oxy-phénylé* est un exemple intéressant de cette règle :

	Ébullition.	Moyenne.
$C_3H_6Cl_2$	120°	229°
$C_3H_6 - (OC_6H_5)_2$	338°	
$C_3H_6 < \begin{matrix} Cl \\ OC_6H_5 \end{matrix}$		248°-250°

La série des dérivés bi-oxy-phénylés des paraffines normales se constitue à présent des termes suivants :

	Ébullition.	Différence.	Fusion.
$H_2C - (OC_6H_5)_2$	298°		+ 8°
$H_2C - OC_6H_5$ $\vert$ $H_2C - OC_6H_5$	318°	20°	98°5
$H_2C - OC_6H_5$ $\vert$ H_2C $\vert$ $H_2C - OC_6H_5$	338°	20°	57°

Chloro-nitrate de tri-méthylène.

$$ClH_2C - CH_2 - CH_2(NO_3).$$

Ce composé a une double origine :

a) Il résulte de l'éthérification nitrique de la mono-chlorhydrine tri-méthylénique.

On introduit celle-ci petit à petit dans le mélange nitro-sulfurique; l'échauffement est faible et le produit formé constitue une huile surnageante.

On le lave dans l'eau et on le dessèche à l'aide du $CaCl_2$.

b) Il s'obtient également par la réaction du chloro-bromure de tri-méthylène sur l'azotate d'argent, à molécules égales, dans l'alcool.

On a chauffé au bain d'eau, dans l'appareil à spirale, 30 grammes de chloro-bromure et 32 grammes d'azotate argentique, finement pulvérisé, avec trois fois et demie environ le même volume d'alcool à 95 %.

La réaction est rapide. Il se précipite d'abord du bromo-nitrate argentique qui est blanc, lequel devient jaunâtre alors que la réaction est complète et que tout le nitrate est transformé en bromure.

On chasse la plus grande partie de l'alcool par la distillation et l'on précipite le produit par l'eau pour le dessécher ultérieurement à l'aide de $CaCl_2$.

Le chloro-nitrate de tri-méthylène constitue un liquide incolore, à odeur faible, insoluble dans l'eau; il bout à 173° sous la pression de 763 millimètres, en se décomposant légèrement.

Le chloro-nitrate d'éthylène $ClCH_2 - CH_2(NO_3)$ bout à 149°-150°.

Chloro-acétate de tri-méthylène.

$ClCH_2 - CH_2 \quad CH_2(C_2H_3O_2)$.

Ce corps résulte de l'action du chloro-bromure de tri-méthylène sur l'acétate potassique, dans l'alcool. On prend molécules égales de chacun de ces composés.

50 grammes de chloro-bromure et 31 grammes d'acétate pur ont été chauffés au bain d'eau avec 2 $^1/_2$ volumes d'alcool à 95 %, dans un appareil à reflux, pendant environ dix heures.

La réaction est plus lente qu'avec le cyanure ou le sulfo-cyanure de potassium; le potassium existe en effet sous une forme moins active dans l'acétate que dans le cyanure, à cause de la différence d'énergie des acides correspondants.

Il se dépose un précipité blanc et cristallin de sel potassique. Celui-ci pesait, après dessiccation, 30 grammes. Il aurait dû peser 37 grammes, si c'eût été du bromure seul, et 23gr,5, si c'eût été du chlorure seul. C'était donc un mélange de deux sels, le bromure étant le plus abondant.

On a commencé par chasser l'alcool au bain d'eau; celui-ci précipite par l'eau une certaine quantité de liquide insoluble qui a été reconnu être du chloro-bromure de tri-méthylène non altéré $C_3H_6 < {Cl \atop Br}$.

Après expulsion de l'alcool, le thermomètre s'élève rapidement à 160°. La plus grande partie du produit passe de 160° à 170°. A la fin, le thermomètre s'élève jusque vers 200-210°. Il passe alors du diacétate de tri-méthylène $C_3H_6 - (C_2H_3O_2)_2$ (éb. 209°-210°).

Le chloro-acétate de tri-méthylène constitue un liquide incolore, quelque peu épais, d'une odeur fraiche, d'une saveur amère, insoluble dans l'eau, bouillant à 163°-165° sous la pression de 747 millimètres. Sa densité à 19° est égale à 1,250.

En préparant le chloro-acétate de tri-méthylène, j'avais pour but final d'arriver, à l'aide de ce composé, à obtenir aisément la mono-chlorhydrine tri-méthylénique $ClCH_2 - CH_2 - CH_2(OH)$. Dans les conditions actuelles, la voie qui conduit à ce composé est longue et malaisée. Il s'agit d'abord de faire le glycol tri-méthylénique en partant du tri-bromure de méthylène. Il faut ensuite transformer ce glycol en sa mono-chlorhydrine par l'action de l'acide chlorhydrique. Or si le procédé est sûr et avantageux pour le glycol mono-chlorhydrique, l'action de l'acide chlorhydrique n'allant pas dans ce cas au delà d'une éthérification partielle, il l'est moins pour le dérivé tri-méthylénique, l'acide chlorhydrique déterminant, suivant la masse qui en est présentée et la durée de la réaction, une éthérification partielle ou totale. Cela étant, il est difficile d'éviter, lors de la préparation de la mono-chlorhydrine tri-méthylénique, la formation du bichlorure de tri-méthylène $CH_2Cl - CH_2 - CH_2Cl$, ce qui est à la fois une complication et une perte.

Dans ma pensée, le chloro-acétate de tri-méthylène, intermédiaire entre le chloro-bromure et la mono-chlorhydrine tri-méthylénique, donnerait aisément ce dernier produit par sa décomposition à l'aide de l'eau.

J'ai donc soumis à l'action de l'eau en grande quantité dans un appareil à reflux, au bain d'eau, le chloro-acétate de tri-méthylène. La décomposition est aisée, et après quelque temps tout produit insoluble a disparu ; après la saturation de l'acide acétique formé, le produit chlorhydrique a été extrait par l'éther. Je n'ai pas pu en retirer de la mono-chlorhydrine $CH_2Cl - CH_2 - CH_2(OH)$. Il est probable qu'il se forme des produits de condensation.

DÉRIVÉS SULFOCYANIQUES.

Chloro-sulfocyanate de tri-méthylène $ClCH_2 - CH_2 - CH_2 (CHS)$. Il résulte de la réaction du chloro-bromure de tri-méthylène sur le sulfocyanate de potassium dans l'alcool, à molécules égales.

Réaction rapide et nette.

Ce corps constitue un liquide incolore, insoluble dans l'eau, bouillant sous la pression ordinaire à 222°-225°. Sa densité à 19°,5 est égale à 1,226.

Di-sulfocyanate de tri-méthylène $(CNS)CH_2 - CH_2 - CH_2(CNS)$. Ce corps résulte de la réaction du bi-bromure de tri-méthylène sur le sulfocyanate de potassium, deux molécules dans l'alcool. Réaction rapide. L'eau précipite du liquide alcoolique, en dissolvant le bromure potassique formé, une huile incolore qui, desséchée, se prend à la longue en gros cristaux prismatiques, fusibles à 17°,5.

Il est à remarquer que le sulfocyanate d'éthylène $(CNS)CH_2 - CH_2(CNS)$ fond à 90° seulement.

Ce produit tri-méthylénique a été signalé en 1890 par M. L. Hagelberg (*Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. XXIII, p. 1085), qui l'obtint dans les mêmes conditions. Il fond, suivant cet auteur, à 25°.

Propane chloro-nitré bi-primaire.

$$ClH_2C - CH_2 - CH_2(NO_2).$$

Dans son mémoire classique *Sur les dérivés nitrés* (*), M. Victor Meyer constate déjà l'inertie des éthers chlorhydriques, dans les conditions ordinaires, sur l'azotite d'argent, alors que les éthers iodhydriques réagissent si intensément.

J'ai mis ce fait à profit pour obtenir le chloro-nitropropane $ClCH_2 - CH_2 - CH_2(NO_2)$ bi-primaire.

Le chloro-iodure de tri-méthylène ne réagit pas sur l'azotite d'argent dans l'éther; il est nécessaire de chauffer au delà du point d'ébullition de celui-ci. On opère dans un appareil à reflux; le mieux est sous un réfrigérant en spirale.

(*) *Liebig's Annalen*, t. CLXXI, pp. 1 et suivantes.

Après avoir chauffé au bain d'eau pendant quelque temps, on distille la masse au bain d'huile sous pression raréfiée. Le produit distillé est incolore et exempt d'iode. Le rendement de l'opération est satisfaisant. Desséché à l'aide de $CaCl_2$, le produit est soumis à de nouvelles distillations pour arriver à une purification complète.

Le nitro-chloro-propane bi-primaire $ClCH_2-CH_2-CH_2(NO_2)$ constitue un liquide incolore, d'une faible odeur éthérée, d'une saveur piquante.

Sa densité à 20° est égale à 1,267.

Il bout sous la pression ordinaire à 197°, mais en subissant à la fin une décomposition partielle; il bout à 115°-116° sous la pression de 40 millimètres.

Je ne suis pas parvenu à le congeler dans le mélange de neige carbonique et d'éther.

Il se condense aisément, à la façon du nitro-propane, avec le méthanal.

Sa densité de vapeur a été déterminée selon la méthode de Hoffmann et trouvée égale à 4,15.

Substance.	$0^{gr},8531$
Pression barométrique . . .	760^{mm}
Mercure soulevé.	593^{mm}
Tension de la vapeur	167^{mm}
Volume de la vapeur	$75^{cc},8$
Température	185°

La densité calculée est 4,26.

Son analyse a fourni les résultats suivants :

I. $0^{gr},3391$ de substance ont donné $0^{gr},5954$ de chlorure argentique (méthode de Carius).

II. $0^{gr},3285$ ont donné $0^{gr},3799$ de chlorure argentique.

III. $0^{gr},3566$ ont donné $0^{gr},4144$ de composé argentique.

Ces chiffres correspondent à chlore °/₀ :

Trouvé.			
I.	II.	III.	Calculé.
28,85	28,67	28,76	28,74

Mono-bromhydrine tri-méthylénique.

$CH_2Br - CH_2 - CH_2(OH)$.

J'ai été dans la nécessité de préparer une certaine quantité de ce composé. J'ai suivi les indications de M. Frühling (*Monatshefte*, t. III, p. 697 ; 1882).

L'action de l'acide HBr sur le glycol tri-méthylénique est délicate à conduire ; le pouvoir éthérifiant de cet acide est plus intense que celui de HCl ; il détermine plus facilement encore qu'avec le glycol éthylénique une éthérification totale.

J'ajouterai que la mono-bromhydrine tri-méthylénique bout sous la pression ordinaire vers 180° ; c'est le point d'ébullition que lui assigne l'analogie :

	Ébullition.	Différence.
$C_2H_4 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{OH}$	128°	32 à 34°
$C_3H_6 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{OH}$	160°-162°	
$C_2H_4 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{OH}$	128°	20°
$C_2H_4 < \genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{OH}$	148°	

	Ébullition.	Différence.
$C_2H_4 < \begin{smallmatrix}Br\\OH\end{smallmatrix}$	148°	32°
$C_3H_6 < \begin{smallmatrix}Br\\OH\end{smallmatrix}$	180°	
$C_3H_6 < \begin{smallmatrix}Cl\\OH\end{smallmatrix}$	160°-162°	environ 20°
$C_3H_6 < \begin{smallmatrix}Br\\OH\end{smallmatrix}$	180°	

Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,71.

Substance.	$0^{gr},1197$
Pression barométrique	748^{mm}
Mercure soulevé.	522^{mm}
Tension de la vapeur	226^{mm}
Volume de la vapeur	$110^{cc},8$
Température.	185°

La densité calculée est 4,80.

Analyse de la nitro-glycérine; par Louis Henry, membre de l'Académie.

Aucune parcelle de vérité n'est à dédaigner et il n'est pas de fait de l'ordre expérimental, quelque minime qu'il paraisse, qui ne mérite d'être recueilli. J'ajoute qu'il est nécessaire que la composition des espèces chimiques repose sur des documents analytiques, placés sous une responsabilité personnelle, alors surtout que celles-ci se font remarquer par leur importance spéciale, à divers titres.

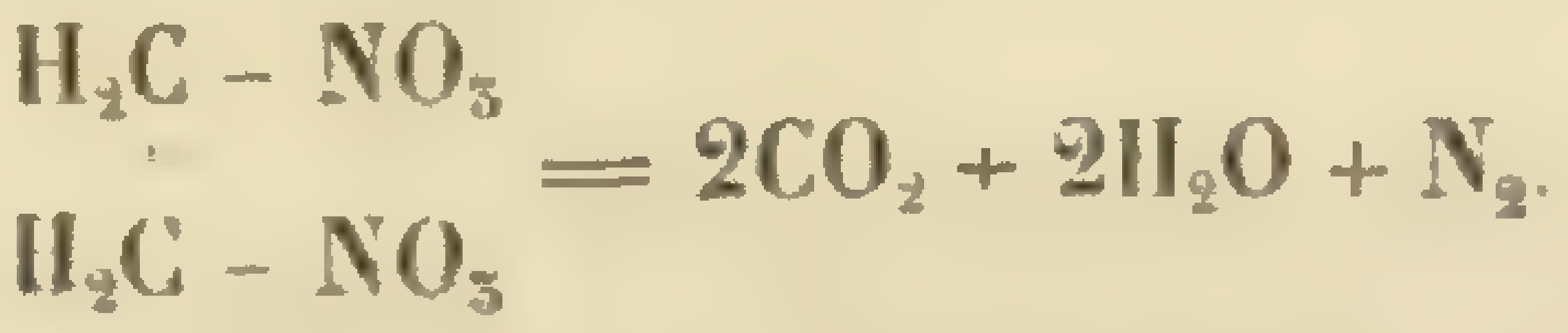
C'est appuyé sur ces considérations que je publie aujourd'hui l'analyse de la nitro-glycérine.

Cette analyse est ancienne, puisqu'elle remonte au mois d'octobre 1871. Elle gisait oubliée, ensevelie dans un de mes carnets d'analyses, où un heureux hasard me l'a fait retrouver, il y a peu de jours.

Voici à quelle occasion l'analyse de la nitro-glycérine a été faite en 1871 dans mon laboratoire :

Je me suis occupé à cette époque des dérivés nitriques des glycols et notamment de ceux du glycol éthylénique, le glycol par excellence, que M. Wurtz avait laissés de côté dans son mémoire classique sur cette classe de corps (*).

J'avais à faire l'analyse du *glycol dinitrique* $C_2H_4(NO_3)_2$, composé éminemment explosif (**), plus encore que la nitro-glycérine, puisqu'il renferme dans sa molécule une quantité suffisante d'oxygène pour brûler d'une manière complète ses éléments combustibles, carbone et hydrogène



$$\begin{array}{l} H_4C - NO_3 \\ H_4C - NO_3 \end{array} = 2CO_2 + 2H_2O + N_2.$$

Il ne fallait pas tenter de faire la combustion de ce

(*) *Annales de chimie et de physique* (3), t. LV, p. 416 (année 1859).

(**) Quoique éminemment explosif, le glycol dinitrique se conserve indéfiniment, sans altération, dans les conditions ordinaires. J'ai gardé l'échantillon de ce corps, analysé en 1871 ; il est intact et identique à ce qu'il était au moment de sa formation.

produit dans les conditions ordinaires des liquides. J'ai pensé que toute cause d'explosion serait évitée si on le transformait en une sorte de dynamite, c'est-à-dire en en imprégnant une matière inerte (*). Celle qui s'offrait d'elle-même était l'oxyde de cuivre.

La quantité du glycol dinitrique à brûler a été pesée dans un ou deux petits tubes étroits, fermés à un bout; après avoir promené le liquide sur toute la surface interne de la paroi, ces tubes ont été remplis d'oxyde cuivrique en fragments très petits, puis introduits dans le tube à combustion. L'analyse s'est faite paisiblement et le dégagement du gaz a été très régulier.

A cette époque, en 1871, je m'étais assuré qu'aucune analyse complète, directe, de la nitro-glycérine n'avait été publiée. Ce composé existait cependant depuis 1848 et son usage se répandait de plus en plus depuis plusieurs années dans la pratique industrielle.

Il me parut utile, nécessaire même de combler une lacune aussi regrettable.

Le procédé que j'ai décrit plus haut fut appliqué avec un plein succès à la combustion de la nitro-glycérine (**).

(*) Tout composé, quelque explosif qu'il soit, cesse de l'être alors que par son mélange en certaines proportions avec une matière inerte, il cesse de constituer un milieu *continu*. Dans ces conditions, la réaction chimique, qui est la cause originelle de l'explosion, au lieu d'être *instantanée* ou *très rapide*, devient successive. Il en est de même de l'expansion du volume de la masse, laquelle expansion est la cause immédiate de l'explosion, en tant que bruit et effort mécanique.

(**) Cette analyse a été exécutée dans mon laboratoire par mon assistant d'alors, M. Daniel Henninger.

Si je ne me trompe, la situation de la nitro-glycérine, au point de vue analytique, ne s'est pas modifiée depuis lors; je ne me rappelle pas avoir vu signaler quelque part une analyse proprement dite de ce composé important. Je me résous donc à publier la mienne. Si mon érudition est en défaut, cette analyse aura toujours l'avantage de servir de confirmation à celle faite antérieurement et déjà publiée.

Quoi qu'il en soit, voici l'analyse du laboratoire de Louvain, de 1871 :

I. $0^{gr},2916$ de substance ont fourni $46^{cc},5$ de gaz azoté, à la température de 13°,8 et sous la pression de 757 millimètres.

II. $0^{gr},3259$ de substance ont fourni $0^{gr},1888$ de gaz carbonique CO_2 et $0^{gr},0760$ d'eau.

Ces données correspondent aux chiffres suivants :

$C_3H_5(NO_3)_3$.		Calculé °/o.	Trouvé °/o.
—		—	—
C_3	36	15,85	15,79
H_5	5	2,20	2,45
N_3	42	18,50	18,61
O_9	144		
	227		

PHYSIQUE. — *Sur les nombreux effets de l'élasticité des liquides;* par G. Van der Mensbrugghe, membre de l'Académie.

On a démontré depuis longtemps que les liquides sont à la fois très peu compressibles et parfaitement élastiques. Or, dans l'étude des faits relatifs à l'équilibre ou au mouvement de ces corps, la compressibilité si faible qui les caractérise, les a fait regarder généralement comme tout à fait incompressibles. Mais cette hypothèse a entraîné les physiciens à négliger presque complètement la parfaite élasticité des liquides, laquelle produit cependant des effets fort curieux.

Citons-en quelques-uns des plus simples.

Première expérience. — Remplissons d'eau distillée un petit tube à réaction de la capacité de 8 à 10 centimètres cubes; puis, d'une hauteur d'un décimètre environ, laissons tomber verticalement le tube sur un bouchon de caoutchouc; au moment du choc, nous verrons jaillir plusieurs gouttes, dont quelques-unes s'élèvent de 12 à 15 centimètres au-dessus de l'ouverture du tube.

Un poids si minime tombant d'une si faible hauteur, n'a certes pu comprimer sensiblement le liquide, et cependant la détente a produit, à travers l'eau, un effet assez sensible pour projeter plusieurs gouttes à une hauteur notable.

Inutile d'ajouter que si, avec un tube de petites dimensions, la chute a lieu d'une plus grande hauteur, le résultat obtenu devient encore plus marqué; il en est de même si l'on opère sur un tube plus grand et rempli d'eau.

Par exemple avec un tube d'environ 45 centimètres de longueur et de 2 centimètres de diamètre intérieur, la chute verticale, d'une hauteur de 8 centimètres, peut faire jaillir une série de gouttes dont quelques-unes montent à plus de 20 centimètres au-dessus de l'ouverture.

Deuxième expérience. — Pour bien montrer l'élasticité de l'eau sans l'intermédiaire du choc contre un corps solide contenant le liquide, il suffit de filtrer de l'eau dans une éprouvette d'une hauteur suffisante ; dès que la filtration ne se fait plus que par gouttes isolées, on constate que chacune de celles-ci, après avoir choqué l'eau déjà contenue dans l'éprouvette, fait rejaillir une ou plusieurs gouttelettes à des hauteurs parfois surprenantes.

L'expérience précédente, pour être banale et mille et mille fois répétée sans qu'on ait en vue d'étudier l'élasticité des liquides, n'en prouve pas moins nettement cette propriété fondamentale.

Troisième expérience. — On peut encore la rendre manifeste en produisant le choc d'un corps solide contre l'eau ; qui ne sait, en effet, qu'une écaille d'huître ou un morceau d'ardoise lancé à plat sous une incidence presque rasante, rebondit après avoir touché l'eau, retombe ensuite pour s'élever encore, et ne descend dans le liquide qu'après des ricochets plus ou moins nombreux, suivant la vitesse initiale du projectile? Dans ce cas encore, l'élasticité de l'eau se manifeste, bien que celle-ci ne soit frappée que par un corps relativement léger, mais produisant un choc en de nombreux points ; toutefois la réaction élastique de l'eau apparaît aussi quand le nombre de points choqués est beaucoup moindre, pourvu que le corps solide soit animé d'une vitesse suffisante; en effet, on a constaté le ricochet des balles lancées avec une grande vitesse et sous une incidence convenable. Il me paraît très probable que la gaine d'air comprimé qui précède la balle joue un rôle important dans ce phénomène : c'est sans doute l'air qui transmet sa force élastique au liquide et qui développe ainsi en un temps extrêmement court la réaction élastique de l'eau, donnant lieu au ricochet.

On voit par ces expériences si simples combien les mathématiciens et les physiciens ont eu tort de partir de l'hypothèse de l'incompressibilité des liquides, et de rendre ainsi inexplicables *a priori* une infinité de faits où intervient l'élasticité développée par une compression très faible sans doute en elle-même, mais nullement négligeable quant à la détente consécutive à cette compression.

Si j'insiste tant sur ce point, c'est que, selon moi, les forces attractives des molécules liquides, forces que tout le monde regarde à bon droit comme très considérables à côté de la pesanteur, par exemple, doivent nécessairement produire des compressions, très faibles si l'on veut, mais pourtant capables de développer d'énergiques réactions dues à la parfaite élasticité des liquides. C'est précisément, on se le rappelle (*), sur ces réactions que j'ai

---

(*) *Principes généraux d'une nouvelle théorie capillaire* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. XX, première partie, session d'avril 1896.)

fondé récemment une nouvelle théorie capillaire, qui me permet d'expliquer non seulement les faits déjà connus, mais encore une série de phénomènes bizarres et interprétés jusqu'à présent à l'aide de considérations trop obscures.

Dans la note actuelle et servant à prendre date, je vais indiquer brièvement quelques-uns de ces derniers faits.

I. On connaît depuis longtemps l'influence mystérieuse d'une atmosphère électrisée sur un jet d'eau très effilé et dirigé de bas en haut, Quand l'orifice d'écoulement est assez étroit pour qu'une pression de 90 centimètres n'élève le jet qu'à 30 centimètres environ, celui-ci se résout, dans la partie supérieure, en gouttelettes retombant non loin de l'ouverture. Cela étant, à l'approche d'un corps faiblement électrisé, la veine, au lieu de se résoudre en gouttelettes, demeure continue jusqu'au sommet et ressemble au pistil d'un lis; le liquide retombe en masse le long de la colonne ascendante, qui est bientôt refoulée jusqu'à l'orifice; immédiatement après, la veine se relève pour s'évanouir encore, et ainsi de suite aussi longtemps que dure l'influence électrique. Si le corps approché est fortement électrisé, ou bien amené trop près de la veine, celle-ci se résout en gouttelettes très petites et se mouvant dans toutes les directions.

Telles sont les particularités dont il s'agit de rendre compte. Et tout d'abord, parmi les molécules d'un des filets verticaux constituant la veine ascendante, considérons-en deux quelconques, dont l'une a quitté l'orifice quelques instants après l'autre; il est aisé de démontrer que ces molécules considérées par couples tendent constamment à se rapprocher en vertu de l'action de la pesanteur agissant comme force retardatrice, et que le rapprochement devrait être d'autant plus prononcé que la première particule est déjà plus élevée dans la veine (*). Il suit de ce raisonnement que toutes les particules d'un filet sont soumises à des chocs qui doivent se transmettre dans toute son étendue; par conséquent, la veine ascendante tout entière est soumise à une compression d'autant plus prononcée que le filet est plus long. Mais il y a encore une autre cause qui comprime la veine : c'est l'ensemble des pressions capillaires exercées en tous les points du contour du jet, pressions d'autant plus fortes que le rayon de la section droite est plus petit.

Tout le liquide constituant la portion continue de la veine est donc contenu dans une sorte de fourreau produisant un certain degré de compression, qui s'ajoute à la compression totale développée par l'ensemble des chocs élémentaires dus à l'action retardatrice de la pesanteur. Ainsi doit se développer dans toute la masse de la veine une réaction très sensible due à l'élasticité du liquide; vers le bas, cette force doit retarder notablement l'écoulement, latéralement elle doit tendre à élargir les diverses sections droites du jet, et cet effet pourra se produire d'autant plus aisément que le jet liquide devient plus épais; enfin, à la partie supérieure même, la force élastique développée devra constamment lancer des goutte-

---

(*) En effet, si a est la vitesse à l'orifice, t la durée de l'ascension de la particule inférieure, t' celle relative à l'autre particule, on a pour la distance δ qui les sépare au moment considéré :

$$\delta = a(t'-t) - \tfrac{1}{2}g(t'^2 - t^2) = (t'-t)\{a - \tfrac{1}{2}g(t+t')\}.$$

Si t et t' augmentent de Δt, δ devient $(t'-t)\{a - \frac{g}{2}(t+t'+2\Delta t)\}$, c'est-à-dire diminue de $g(t'-t)\Delta t$.

lettes hors du jet : c'est ce qui est conforme à l'observation.

En second lieu, pourquoi l'influence d'un bâton électrisé rend-elle une veine très mince entièrement continue sans éparpillement de gouttelettes? Je pense que la véritable raison réside dans l'accroissement des sections droites de la veine, accroissement dû à la forte répulsion du fluide électrique répandu sur une grande portion du contour de ces sections. Cet effet de répulsion est d'autant plus marqué que la section est plus petite; il est donc le plus efficace près de l'orifice. Voilà pourquoi il suffit de faire agir l'électricité sur la partie inférieure de la veine.

On a prouvé que si l'on garantit l'orifice contre l'influence électrique pour n'y soumettre que la portion supérieure du jet, celui-ci s'éparpillait en gouttelettes comme en l'absence du bâton électrisé : cela devait être; car si les sections les plus petites du jet ne sont pas influencées, la force élastique développée devient rapidement très grande sans être combattue latéralement par l'accroissement des sections; d'autre part, l'effet de la répulsion électrique diminue notablement à mesure que la veine devient plus épaisse; de cette manière, la résolution en gouttelettes ne peut être évitée. Il va de soi que si l'influence électrique dépasse une certaine limite, l'éparpillement en gouttelettes devient plus prononcé encore.

II. Le second fait que je tiens à signaler est l'espèce d'explosion avec laquelle éclate une bulle de savon, explosion d'autant plus forte que la lame est plus mince : quand la bulle présente déjà des teintes très vives, elle éclate en projetant des gouttelettes très fines à plus d'un mètre et demi de distance. Je ne mentionnerai pas ici toutes les causes qu'on a invoquées pour expliquer tant de puissance dans une quantité de matière si minime. Je me contenterai de dire qu'aussitôt après que la bulle a crevé en un des points, les portions voisines, en se ramassant sur elles-mêmes sous l'action d'une pression énorme relativement à la masse mise en mouvement, doivent aussitôt être fort comprimées, et que, en vertu de cette compression même, il doit se détacher du bourrelet déjà formé une infinité de gouttelettes projetées au dehors et avec de grandes vitesses. Cette idée est du reste de tout point conforme à l'aspect des différentes phases du phénomène lors de l'éclairement soudain au moyen d'une étincelle électrique (*); en effet, les particules liquides détachées n'ont aucune forme régulière et sont distribuées sans aucun ordre apparent, mais toujours en dehors, à cause du petit excès de pression à l'intérieur de la bulle.

III. Le troisième fait où intervient, selon moi, l'élasticité d'un liquide à un très haut degré, est le suivant :

En 1848, l'ingénieur Weisbach a voulu réaliser une veine liquide horizontale lancée par un orifice d'environ 1 centimètre de diamètre sous une pression de 122 mètres d'eau; tandis que la loi de Savart exige dans ces conditions une veine continue d'environ 40 mètres de longueur, le jet liquide obtenu par Weisbach n'était continu

---

(*) Cette expérience a été faite, en 1873, par MM. Marangoni et Stefanelli.

que jusqu'à 20 centimètres de distance à l'orifice : au delà, le jet s'éparpillait en gouttes lancées avec une grande vitesse. Pareil résultat peut-il nous surprendre encore, si nous songeons que, dans les conditions indiquées, l'eau sortait sous une pression de plus de onze atmosphères, et qu'en passant subitement dans un milieu où la pression n'était que d'une atmosphère, le liquide devait obéir à l'énorme force élastique développée par une compression si énergique ?

Les considérations précédentes suffisent, je pense, pour montrer la nécessité absolue de renoncer à une fâcheuse habitude encore consacrée en physique mathématique comme en physique expérimentale, savoir celle de regarder les liquides comme pratiquement incompressibles, et de négliger par conséquent, pour ainsi dire de propos délibéré, les effets de la force élastique développée chaque fois qu'il s'y produit une compression.

J'espère pouvoir revenir prochainement sur le même sujet et en montrer toute la fécondité.

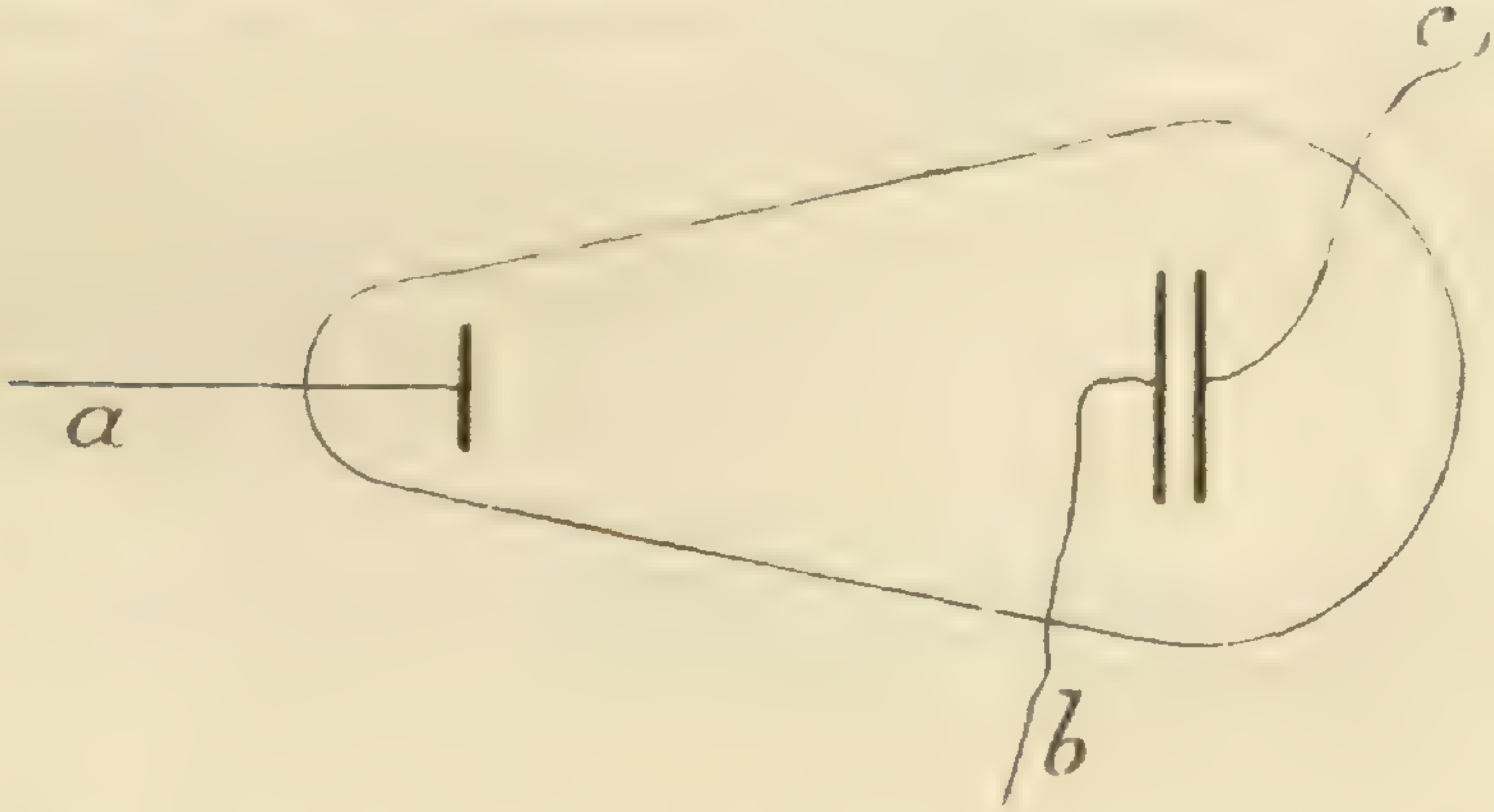
Physique. — *Vérification expérimentale de notre théorie du tube de Crookes ;* par P. De Heen, membre de l'Académie.

L'idée généralement reçue sur ce qui se passe dans un tube de Crookes, consiste à admettre que les rayons anticathodiques se forment là où les rayons cathodiques (plus exactement, les projections cathodiques) viennent rencontrer un objet solide.

Cette manière de concevoir les choses est contraire à l'expérience ; car M. Galitzine a montré, et nous avons vérifié nous-même le fait, que les rayons anticathodiques émanent d'un point situé un peu en avant de la surface servant d'anode. Cette anode peut être représentée soit par une plaque d'aluminium placée à l'opposé de la cathode, et si elle fait défaut par le verre du tube lui-même qui fait alors office d'anode. Il est en effet facile de reconnaître que le verre du tube est chargé positivement.

De ce fait fondamental nous avons conclu que les rayons anticathodiques étaient le résultat de la rencontre des projections cathodiques et anodiques.

Nous avons vérifié cette hypothèse à l'aide d'un tube construit de la manière suivante : en *b*, *c* se trouvent deux lames d'aluminium placées parallèlement, à une distance de $1^{mm},5$, c'est-à-dire une longueur de même ordre que celle qui sépare le point radiant de l'anode dans l'expérience de M. Galitzine.



Si, dans ces conditions, la cathode se trouve en *a* et l'anode en *b*, la rencontre des projections cathodiques et anodiques se fera un peu en avant de la lame *b*. Si ensuite, *a* étant toujours la cathode, *c* sert d'anode, on obtiendra encore des rayons anticathodiques, mais dans une proportion plus faible, *b* continuant du reste à jouer le rôle d'anode, mais dans une proportion plus faible, tout le tube jouant ce rôle. C'est ce que nous avons démontré (1).

Servons-nous maintenant de *b* comme cathode et de *c* comme anode. Si nous admettons l'idée généralement reçue, il est évident que les projections cathodiques émanant de *b* traverseront le faible espace qui sépare les deux lames avec la plus grande facilité et que la lame *c* deviendra un siège très énergique de rayons anticathodiques. Or, c'est précisément l'inverse qui a lieu, comme notre théorie permettait de le prévoir; l'espace qui sépare les deux lames *b* et *c* étant très faible, les chances de rencontre des projections cathodiques et anodiques sont diminuées dans une énorme proportion, et dès lors toute radiation anticathodique disparaît.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Le mispickel de Nil-Saint-Vincent;* par G. Cesàro.

Le but de cette note est de décrire et expliquer les différents systèmes de stries qui affectent les faces des gros cristaux de mispickel de Nil-Saint-Vincent, d'indiquer le mode d'assemblage employé par la nature dans l'édification de ces cristaux, et enfin de signaler dans ce minéral un genre de macle non encore rencontré dans les autres localités.

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* 3e sér., t. XXXI, pp. 462 et 463; 1896.

Les grands cristaux de mispickel ont la forme représentée par la figure 1 : outre les stries habituelles portées par la zone e^4e^4, il existe sur les faces *m* du prisme primitif deux systèmes de stries très sensiblement rectangulaires. Ces stries sont respectivement parallèles aux intersections de la face striée avec a^1 et e^1. Les plages

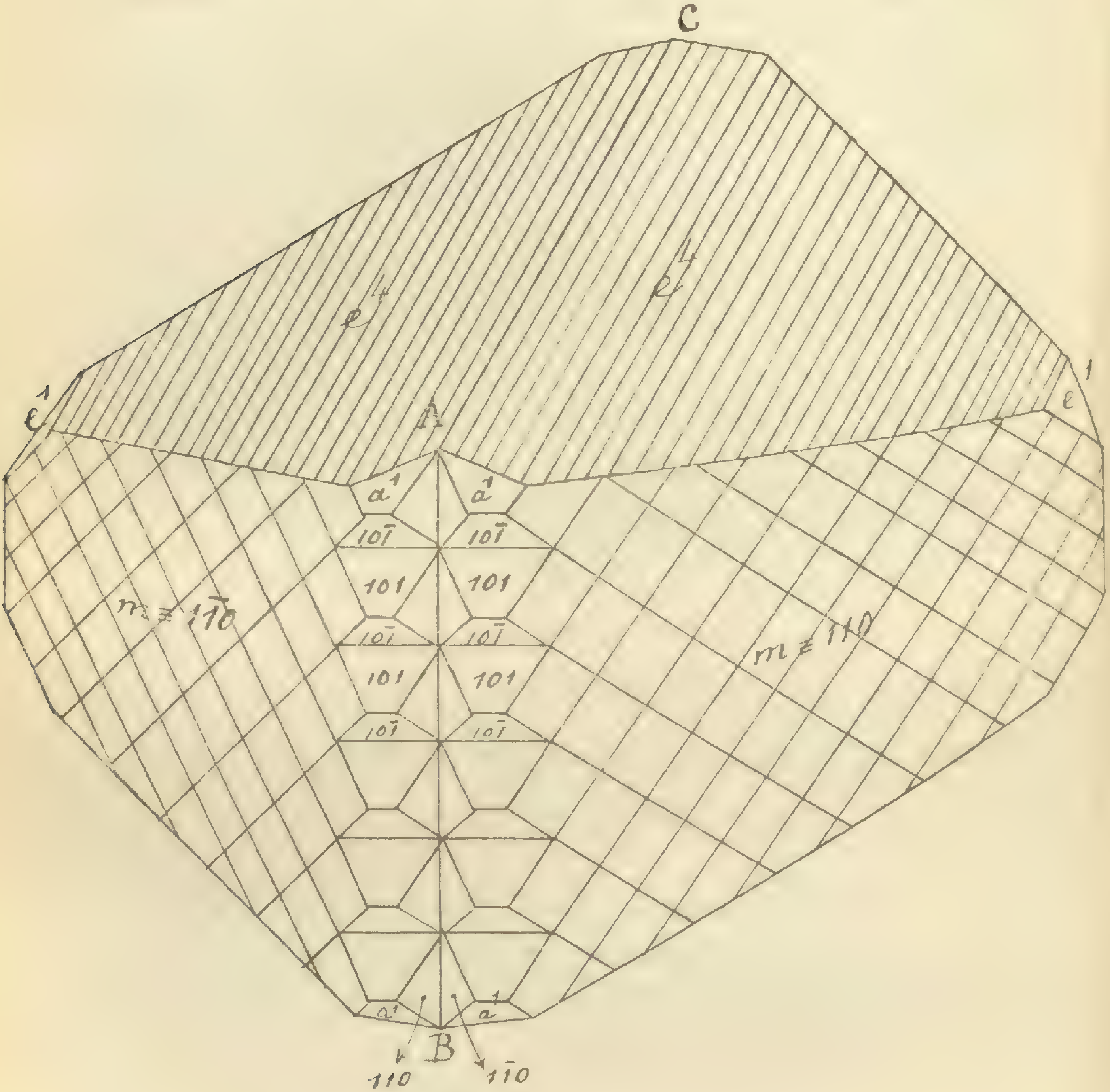

C
e^4
e^4
e^1
e^1
A
a^1
a^1
$10\bar{1}$
$10\bar{1}$
101
101
$m = 1\bar{1}0$
$10\bar{1}$
$10\bar{1}$
101
101
$m = 110$
$10\bar{1}$
$10\bar{1}$
a^1
a^1
B
110
$1\bar{1}0$

FIG. 1.

comprises entre deux stries consécutives d'un système et deux stries consécutives de l'autre sont sensiblement carrées ; ces plages, parallèles entre elles, ne sont pas exactement dans le même plan et forment de petites surélévations terminées, surtout du côté a^1, par de très petites facettes miroitant simultanément avec les faces a^1 et e^1 portées par le cristal. La perpendicularité des deux systèmes de stries s'explique aisément : en partant de

$$\widehat{mm} = 2\alpha = 68^\circ 13'$$
$$\widehat{pa^1} = \beta = 60^\circ 19',$$

on trouve pour la hauteur c du prisme et pour le côté l de sa base, en supposant la courte diagonale de cette base égale à 2,

$$c = \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta = 1{,}18817$$
$$l = \operatorname{séc}\alpha \quad = 1{,}20776.$$

On voit que la face m du prisme primitif du mispickel est sensiblement carrée et que, par conséquent, ses diagonales (qui ne sont autre chose que les intersections de m avec a^1 et e^1) sont presque perpendiculaires entre elles. Si λ est l'angle de ces diagonales, du côté de la base, on a

$$\cot\frac{\lambda}{2} = \sin\alpha \operatorname{tg}\beta,$$

et

$$\lambda = 90^\circ 56' 15''.$$

L'arête verticale antérieure porte une modification que l'on pourrait prendre d'abord pour une légère troncature h^1 ; un examen plus attentif montre que l'on a affaire à une *face de composition*, dont on peut chercher la nature en opérant comme il suit (*) :

Si l'on fait tourner le cristal autour de l'horizontale parallèle au spectateur, on voit de petites facettes trapézoïdales $101, 10\bar{1}$ miroiter simultanément les unes avec a^1 supérieure, les autres avec a^1 inférieure. Si ensuite on place la droite AB horizontalement, parallèlement au spectateur, et que l'on fait osciller le cristal autour de cette droite, on aperçoit à la loupe, au moment où l'une des faces $m = 110$ miroite, de très petites facettes triangulaires 110 miroitant avec elle ; les deux séries de facettes triangulaires viennent se couper suivant la ligne AB en y faisant un angle rentrant. En définitive, la face, qui apparemment est h^1, est en réalité formée par la succession verticale des petits ensembles $(110)\ (1\bar{1}0)\ (101)\ (10\bar{1})$; en outre, les choses se passent comme si chaque tranche horizontale était formée par deux larges cristaux parallèles, légèrement écartés entre eux suivant la grande diagonale de la base (fig. 2).

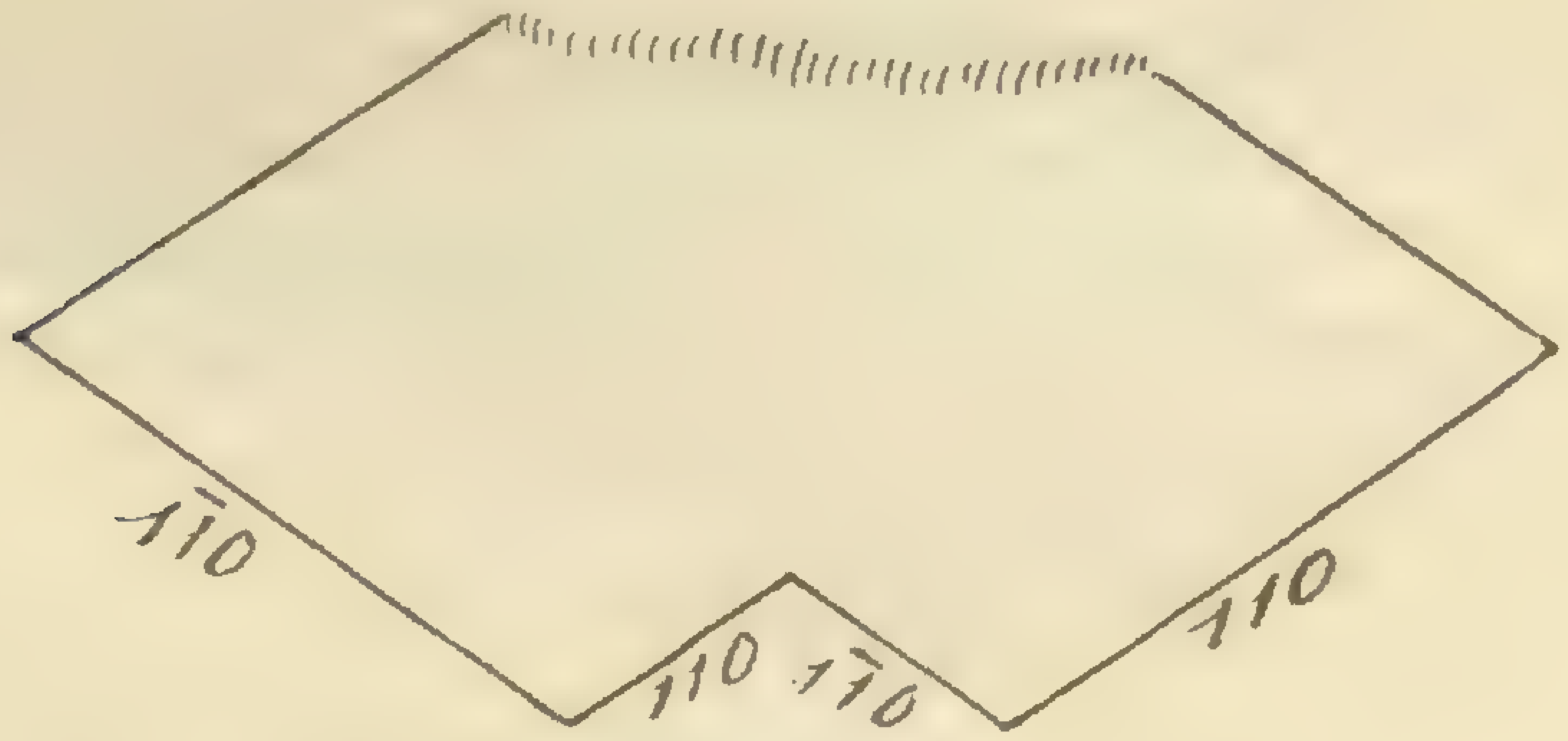


Fig. 2.

Il résulte de ce qui précède que les grands cristaux de

(*) Sur la figure, pour plus de clarté, on a exagéré les dimensions de cette modification.

Nil-Saint-Vincent ne sont pas des cristaux simples, mais bien des assemblages formés d'un très grand nombre de petits cristaux assemblés à axes parallèles, cristaux ayant une forme différente de celle du grand cristal qu'ils composent : le cristal élémentaire, représenté par la figure 3,

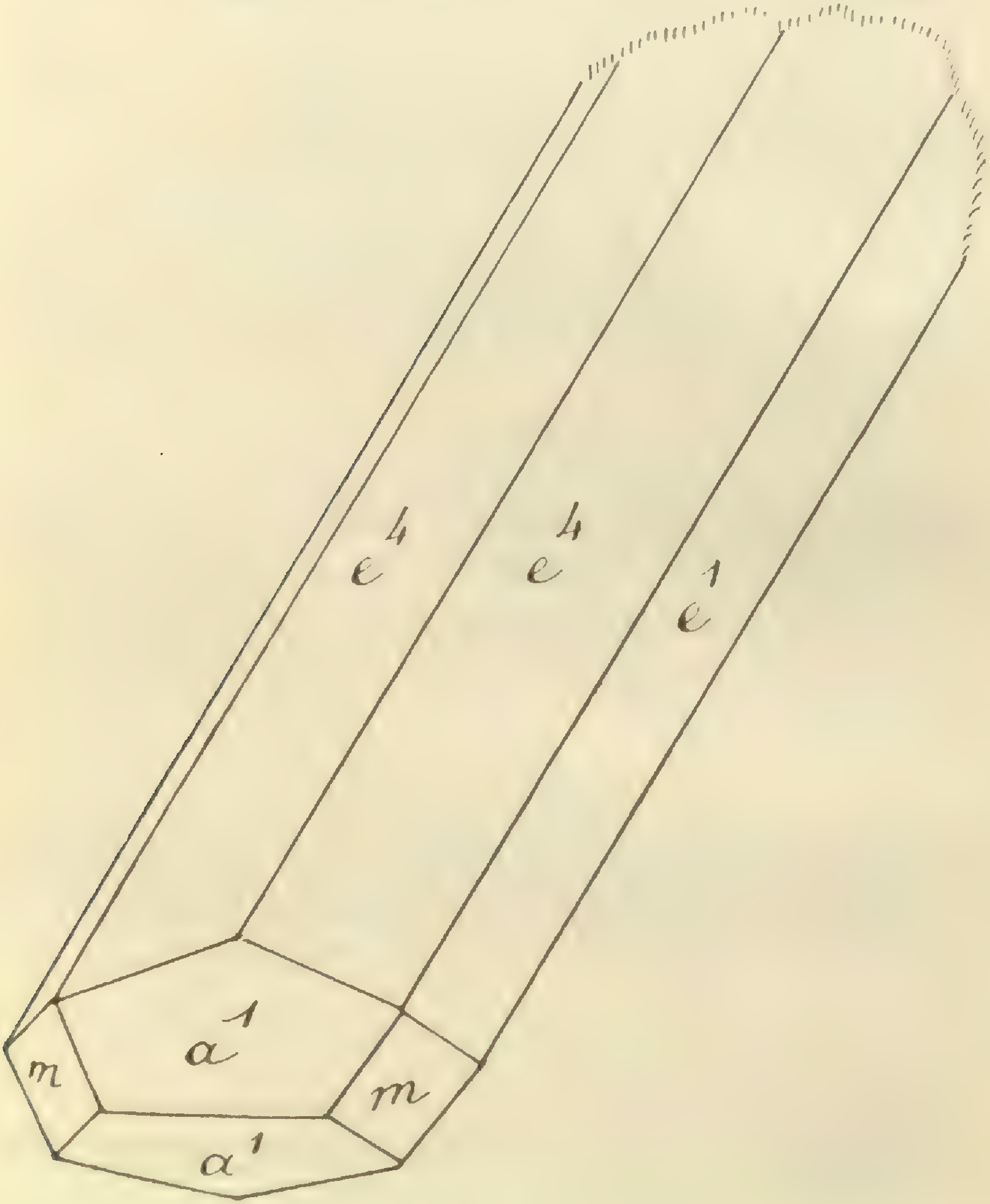


FIG. 3.

très allongé suivant la courte diagonale de la base, a une section transversale très petite; l'arête verticale du prisme n'y existe pas; dans l'assemblage, au contraire, par la superposition des petits cristaux élémentaires, l'arête verticale se développe virtuellement, et quelquefois d'une façon prépondérante; en outre, à cause de la différence d'inclinaison des faces e^4 et e^1 sur la verticale, dans la juxtaposition latérale de deux prismes élémentaires, les faces e^1 deviennent pour ainsi dire invisibles (*).

Les stries de la zone e^m sont formées par l'alternance des facettes élémentaires 014 et 014. Les stries des faces m représentent simplement les arêtes ma^1 et me^1 des cristaux élémentaires.

Outre les stries longitudinales, les faces e^4 portent, par-ci par-là, des stries transversales non reproduites dans le dessin, parallèles à l'arête e^4a^1, et montrant, par le miroitement simultané avec a^1 des facettes qui les bordent, que dans l'assemblage, suivant la direction AC, se trouvent aussi placées un certain nombre d'aiguilles élémentaires.

Macle. — La macle avec m pour plan de jonction est très commune à Nil-Saint-Vincent; dans un cristal, j'ai observé un assemblage un peu différent. Deux cristaux (fig. 4) se pénètrent; les stries montrent que ces cristaux

---

(*) Cependant, lorsqu'une face e^1 existe, un examen attentif à la loupe montre dans chaque strie de la face e^4 une ligne miroitant simultanément avec la face e^1 qui termine le cristal.

se joignent suivant une face m et suivant un autre plan vertical, normal à cette dernière face, voisin de $g^3 = 120$.

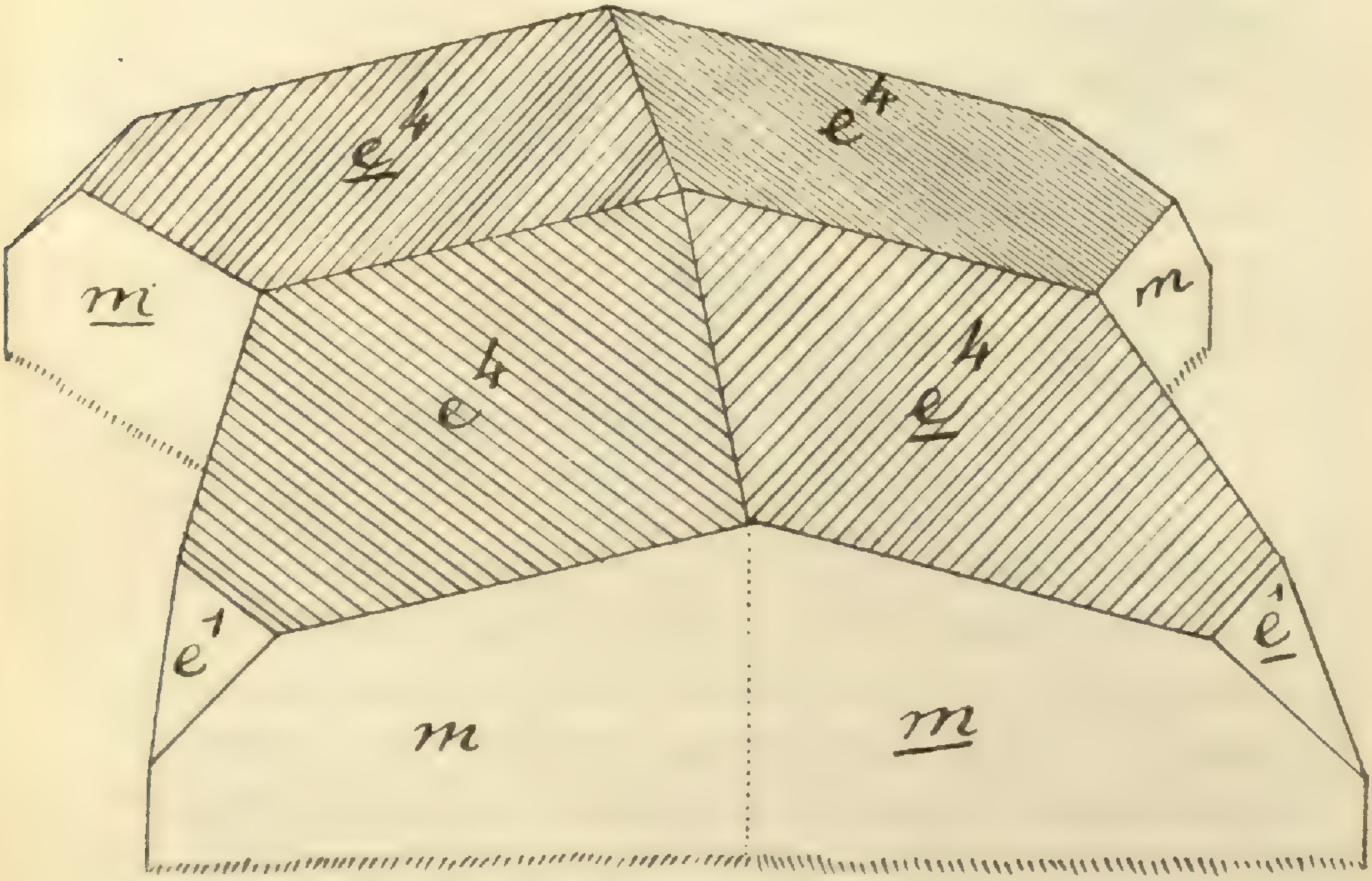


Fig. 4.

Si $1k0$ est la notation du plan vertical normal à m, on a

$$k = \cot^2 \alpha = 2{,}18014;$$

la notation $g^{8/3} = 5.11.0$ convient assez bien avec $mg^{8/3} = 90^\circ\, 14'\, 27''$ (*).

Observation. — La notation des faces de la forme e^r est impossible à obtenir par des mesures goniométriques

---

(*) Pour $g^{159/59} = 50.109.0$, cet angle devient 89°59′54″.

ordinaires, à cause des stries portées par ces faces; mais on peut facilement mesurer au microscope l'angle φ que fait avec la verticale la trace sur m de la face dont il s'agit; on a alors

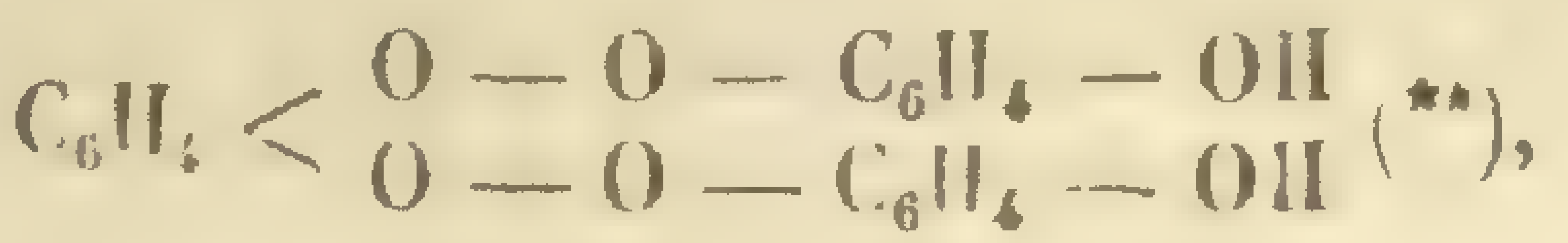
$$x = \sin\alpha \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\varphi.$$

Les angles mesurés conduisent sensiblement à e^4 correspondant à $\varphi = 76^\circ\ 11'$ et à e^5 avec $\varphi = 78^\circ\ 52'$.

Chimie. — *Contribution à l'étude des quinhydrones. — Quinhydrones mixtes;* par Alfred Biltris, docteur en sciences naturelles.

Parmi les composés que forment les phénols en s'unissant aux quinones, les plus anciennement connus et les plus intéressants sont ceux qui résultent de l'action des para-diphénols sur les quinones : ce sont les quinhydrones.

Ces corps, dont la découverte est due à Wöhler (*), ont été considérés comme des éthers de la formule



$$C_6H_4 < \begin{matrix} O - O - C_6H_4 - OH \\ O - O - C_6H_4 - OH \end{matrix} \ (^{**}),$$

mais l'opinion qui a été la plus généralement reçue est celle qui considère ces substances comme des combinaisons additionnelles du type

$$C_6H_4O_2 \,.\, C_6H_4(OH)_2 \ (^{***}),$$

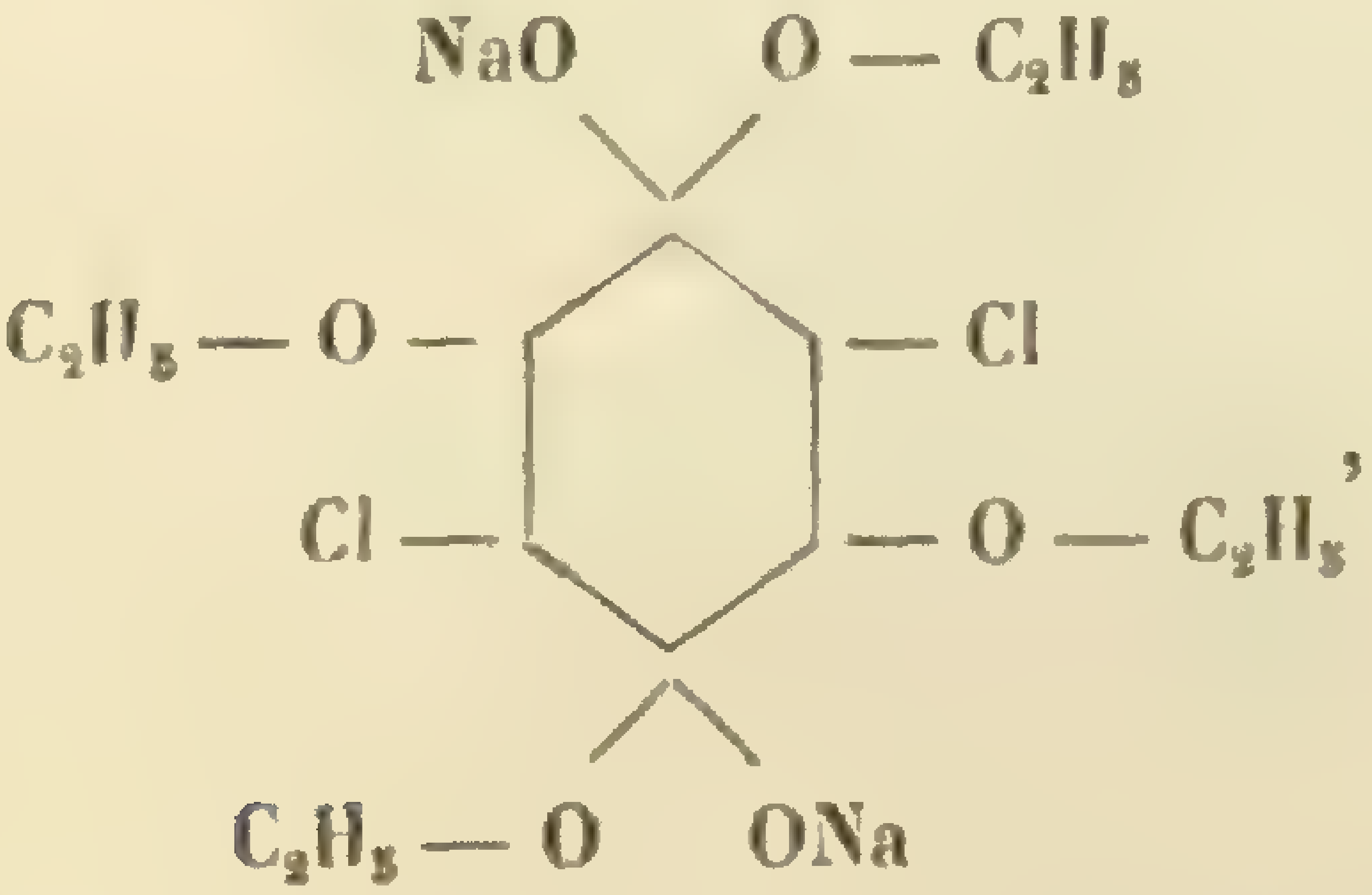
(*) *Ann. d. Chem.*, t. LI, p. 153.

(**) Cp. Wichelaus, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. V, pp. 248 et suiv., et p. 849; *ibid.*, t. XII, pp. 1500 et suiv.

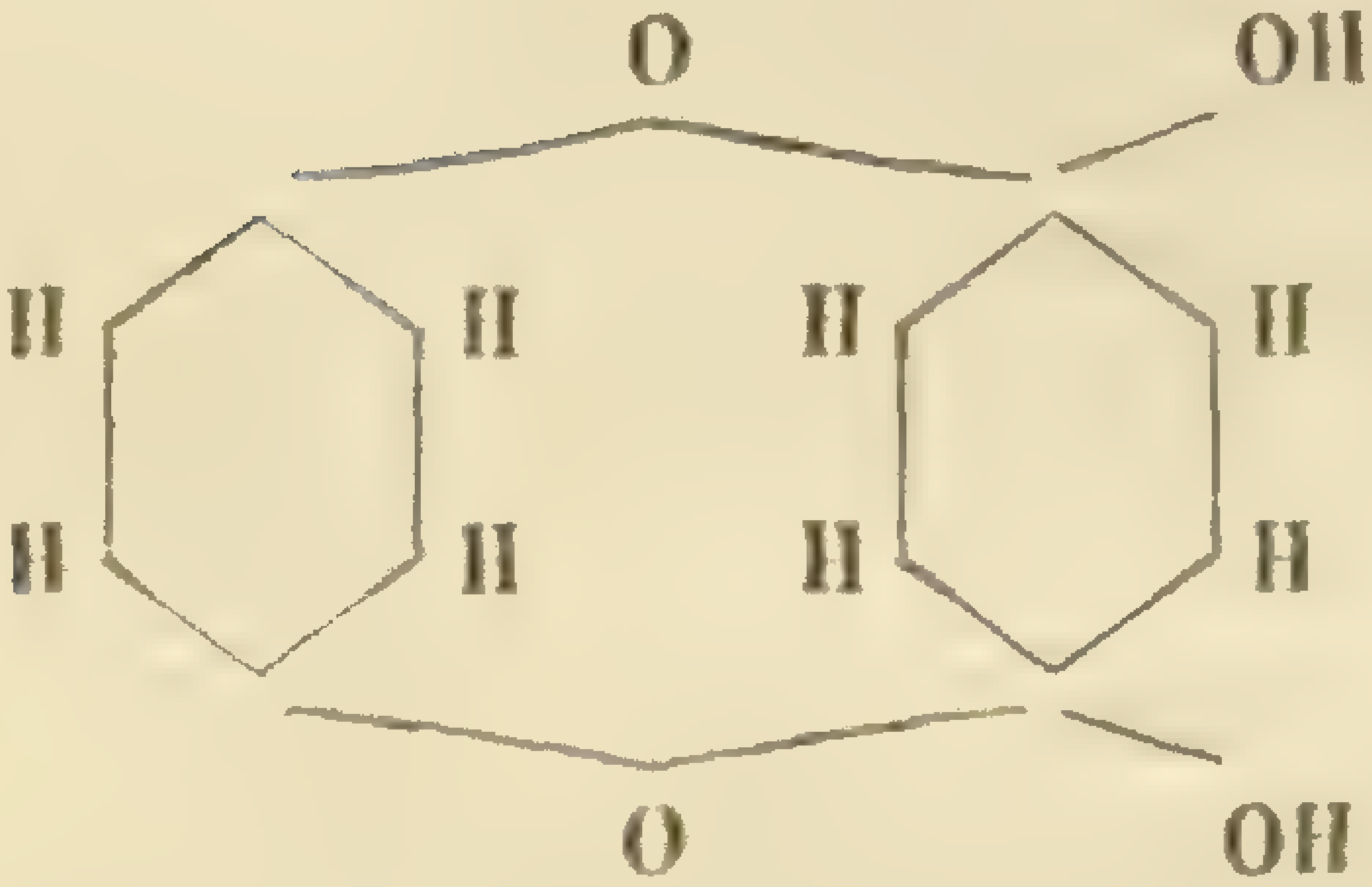
(***) Cp. Hesse. *Ann. d. Chem.*, t. CC, pp. 248 et suiv.; Liebermann, *Berichte*, t. X, pp. 1614 et suiv.; Nietzki, *Ann. d. Chem.*, t. CCXV, pp. 129 et suiv.

en se basant surtout sur la facile décomposition de ces produits et sur leur dissociation en solution dans les dissolvants neutres.

Plus récemment, MM. Loring Jackson et G. Oenslager (*) ont envisagé ces composés comme de véritables combinaisons atomiques et leur ont attribué, par analogie avec la dichloréthoxyquinone



la formule



Considérant ainsi ces corps comme une espèce de hémiacétals, ils rendent aisément compte de leurs propriétés et notamment de leur facile dédoublement. Leur formule cependant n'explique pas la coloration que possèdent toutes ces substances.

(*) *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, pp. 1614 et suiv.

Il m'a paru intéressant de chercher à obtenir quelques quinhydrones mixtes, dérivant d'une quinone et d'une hydroquinone de nom différent et de faire agir, par exemple, tantôt l'hydroquinone sur un homologue de la quinone, tantôt l'hydroquinone homologue de même nom sur la quinone. De la comparaison des produits obtenus ainsi par des voies différentes et qui devaient avoir la même composition centésimale, de leur identité ou de leur différence pouvaient résulter des indications précieuses sur la constitution atomique ou moléculaire des quinhydrones.

C'est le résultat de ces recherches que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

Action de l'hydroquinone ordinaire sur la toluquinone.

Lorsqu'on mélange des solutions aqueuses équimoléculaires d'hydroquinone ordinaire et de toluquinone, le liquide devient fortement rouge, mais rien ne précipite. On extrait alors par l'éther ; après distillation de ce dernier, il reste un produit vert noirâtre qu'on recristallise du même dissolvant; on obtient ainsi une substance cristalline possédant l'aspect métallique, et qui est rouge par transparence, d'un vert bronzé par réflexion.

Quand on essaie de la purifier davantage par recristallisation répétée de l'éther, on remarque qu'à partir de la seconde cristallisation le point de fusion des cristaux obtenus baisse graduellement et que le produit s'altère dans la même mesure. Il importe donc de ne se servir dans la préparation de ce corps que de matériaux bien purs. J'ai toujours purifié avec soin la toluquinone mise en œuvre par distillation dans un courant de vapeur d'eau et sublimation subséquente. L'hydroquinone a été sublimée également.

La substance destinée à l'analyse a été rapidement recristallisée de l'éther chaud, puis finement pulvérisée et mise pendant vingt-quatre heures dans un exsiccateur sur de la paraffine. Après une nouvelle pulvérisation, elle fut encore laissée sur la paraffine pendant le même temps.

L'analyse de ce composé demande à être faite avec quelques précautions ; il montre, en effet, une tendance marquée à se charbonner ; pour obtenir une combustion totale, il convient de mélanger le produit à de l'oxyde de cuivre et de conduire l'opération très lentement. En opérant dans un courant d'oxygène, j'ai obtenu les résultats suivants :

0gr,1980 de substance ont donné 0gr,4873 de CO_2
et 0gr,0947 H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{13}H_{12}O_4$.
0gr,1329 C ou 67,12 °/₀	C : 67,24 °/₀
0gr,0105 H ou 5,30 °/₀	H : 5,17 °/₀
O : 27,58 °/₀ (par différence)	O : 27.59 °/₀

Ce corps fond à 131°. Il se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, très peu dans le benzol. Sa préparation montre qu'on ne saurait le considérer comme un mélange de toluquinhydrone simple et de quinhydrone ordinaire, mélange qui se produirait par réduction partielle de la toluquinone et oxydation simultanée de l'hydroquinone ordinaire. En effet, s'il s'était produit de la quinhydrone ordinaire, comme celle-ci est presque totalement insoluble dans l'eau (*), elle aurait dû précipiter, contrairement à ce qui a été observé. Le produit que j'ai obtenu ne pouvait donc être que la quinhydrone mixte résultant de l'union de l'hydroquinone à la toluquinone.

Cette quinhydrone se forme encore par un phénomène analogue à celui que Liebermann a observé pour la thymoquinhydrone simple (**), quand on broie dans un mortier des quantités calculées de ses constituants : on voit alors, rien qu'au contact déjà, la masse devenir violette, puis verdâtre, et finalement on obtient une poudre qui fond à 131°. De même, si l'on sublime dans un même récipient de l'hydroquinone ordinaire et de la toluquinone, leurs vapeurs se combinent et il se dépose de petits cristaux verts de la quinhydrone en question.

Cette substance, exposée à l'air, s'altère assez rapidement; il y a perte de quinone et il apparaît des points blancs d'hydroquinone; en flacon fermé, elle se conserve facilement. Chauffée, elle fond en un liquide brunâtre et se sublime en partie inaltérée; on peut accentuer la décomposition, sans toutefois la rendre complète, en sublimant dans un courant d'air sec : le dédoublement se fait exclusivement en toluquinone et en hydroquinone ordinaire, faciles à caractériser par leurs points de fusion. Par distillation dans un courant de vapeur d'eau, la quinhydrone se dédouble aussi, totalement cette fois, en toluquinone qui est entraînée et en hydroquinone qui reste.

Lorsqu'on chauffe ce composé avec du benzol en tube

(*) LIEBERMANN, *Berichte*, t. X, pp. 1614 et suiv.

(**) *Berichte*, t. XVIII, p. 3196, note.

scellé au bain-marie, il se dissout et par refroidissement on voit l'hydroquinone se séparer incolore; mais contrairement à ce qui a lieu pour la quinhydrone ordinaire (*), il n'y a pas de recombinaison ultérieure, pas de reformation de la quinhydrone mixte.

Action de la toluhydroquinone sur la quinone ordinaire.

J'ai préparé l'hydroquinone dont je me suis servi dans cette expérience en réduisant par l'anhydride sulfureux la toluquinone pure et je l'ai recristallisée plusieurs fois du xylol bouillant. La quinone avait été sublimée. L'opération se fait absolument comme pour le cas de l'hydroquinone ordinaire et de la toluquinone. Le produit a absolument le même aspect que la quinhydrone qui vient d'être décrite. Purifié et desséché comme elle, il a donné à l'analyse les nombres que voici :

0gr,2097 de substance ont donné 0gr,5166 de CO_2
et 0gr,0990 H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{13}H_{12}O_4$.
0gr,1406 C ou 67,05 °/₀	C : 67,24 °/₀
0gr,0110 H ou 5,25 °/₀	H : 5,17 °/₀
O : 27,70 °/₀	O : 27,59 °/₀

Ce corps se forme aussi en broyant ensemble de la toluhydroquinone et de la quinone ordinaire ou en les sublimant dans un même ballon.

Il présente le même point de fusion que la quinhydrone

(*) Cp. Liebermann, *Berichte*, t. X, p. 1615, note.

précédente (151°); il a les mêmes solubilités et identiquement toutes les mêmes propriétés. Il se sublime comme elle en se décomposant partiellement, et lorsqu'on opère dans un courant d'air sec, on constate que le dédoublement engendre les mêmes produits que pour le composé que nous venons d'étudier; en effet, la quinone qui se dépose dans les parties froides du tube où se fait l'expérience, se montre être exclusivement formée de toluquinone pure, tandis que les cristaux blancs qui tapissent la partie du tube la plus rapprochée de la nacelle ne sont que de l'hydroquinone ordinaire et fondent à 169°. Par distillation dans un courant de vapeur, ce sont encore ces deux substances et elles seules que l'on obtient.

Mais dans ces expériences, le dédoublement a lieu sous l'influence de la chaleur et l'on pouvait se demander si son intervention ne favorisait pas la production de la toluquinone, laquelle est plus volatile que la quinone ordinaire. Il fallait donc chercher à dédoubler la quinhydrone qui nous occupe, à froid, sans aucune élévation de température. Dans ce but, je l'ai dissoute dans l'eau : si, comme on l'admet, les quinhydrones sont pour le moins partiellement dissociées en solution, je devais avoir dans le liquide une certaine quantité de toluquinone et d'hydroquinone ordinaire libres, en admettant, bien entendu, que la décomposition eût lieu dans le même sens que tantôt. En extrayant alors par le benzol, qui ne dissout les hydroquinones qu'en quantité très faible, ce dissolvant contiendrait un excès de toluquinone.

Les faits ont confirmé pleinement ces prévisions. Après l'évaporation spontanée de la solution benzolique ainsi obtenue, il est resté quelques cristaux bronzés de la quinhydrone mise en œuvre et tout autour une multitude de petits cristaux jaunes, qui n'étaient que de la toluquinone pure.

Dans la solution aqueuse devait nécessairement rester un excès d'hydroquinone. Je l'ai épuisée par l'éther. L'évaporation spontanée de ce dissolvant a produit une faible quantité de la quinhydrone mixte et d'abondantes aiguilles blanches, formées d'hydroquinone ordinaire, dont elles avaient le point de fusion exact (169°).

Ces faits démontrent clairement que le produit de l'action de la toluhydroquinone sur la quinone est identique à celui qui résulte de l'union de l'hydroquinone ordinaire à la toluquinone; en outre, que ce produit se décompose toujours de la même façon, notamment en toluquinone et en hydroquinone ordinaire.

Action de l'hydroquinone ordinaire sur la thymoquinone.

J'ai préparé la thymoquinone en oxydant par le dichromate de potassium et l'acide sulfurique l'amidothymol obtenu par la réduction du nitrosothymol (*); je l'ai purifiée en précipitant par l'eau sa solution acétique et en recristallisant plusieurs fois de l'alcool. Comme ce corps est à peu près insoluble dans l'eau, j'ai modifié la préparation de la quinhydrone mixte de la façon suivante :

J'ai mélangé des solutions éthérées contenant des quantités équimoléculaires de thymoquinone et d'hydroquinone ordinaire et j'ai abandonné le tout à l'évaporation spontanée dans un cristallisoir. Il s'est produit ainsi de beaux cristaux d'un rouge grenat, à reflets verdâtres,

---

(*) LIEBERMANN et ILINSKI, *Berichte*, t. XVIII, p. 3194.

dont la purification et l'analyse se font de la manière exposée plus haut. Voici les résultats que j'ai obtenus :

0gr,2625 de substance ont donné 0gr,6706 de CO_2
et 0gr,1566 H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{16}H_{18}O_4$.
0gr,1829 C ou 69,73 °/o	C : 70,07 °/o
0gr,0174 H ou 6,63 °/o	H : 6,57 °/o
O : 23,64 °/o (par différence)	O : 23,36 °/o

Le composé fond à 136°. Il est légèrement soluble dans l'eau; il se dissout facilement dans l'alcool et l'éther, très faiblement dans le benzol. Il est moins altérable à l'air que la quinhydrone mixte précédemment décrite.

Ici non plus il ne saurait y avoir question d'un mélange de quinhydrone ordinaire et de thymoquinone simple. En effet, le premier de ces corps serait facile à reconnaître au microscope à sa forme et à sa couleur verte, alors qu'il est impossible d'en déceler la moindre trace. En outre, en dissolvant le produit dans l'eau, la quinhydrone ordinaire, dont la solubilité est bien plus faible, devrait précipiter contrairement à ce qu'on observe. De plus, quand on chauffe la quinhydrone mixte qui nous occupe avec du benzol en tube scellé au bain-marie, elle se dédouble, tout comme cela est décrit plus haut, sans qu'il y ait recombinaison ultérieure, même partielle, ce qui serait inévitable s'il y avait de la quinhydrone ordinaire en présence.

Elle se sublime aussi en partie sans se décomposer et en présentant, après, le même point de fusion (136°); et si l'on opère dans un courant d'air sec, on ne retrouve à côté de la quinhydrone inaltérée que de la thymoquinone et de l'hydroquinone ordinaire. De même, à la distillation avec la vapeur d'eau, il ne se produit que ces deux substances.

Cette quinhydrone mixte se forme aussi lorsqu'on broie ensemble ses constituants ou qu'on les sublime dans un même récipient.

Action de la thymohydroquinone sur la quinone ordinaire.

La thymohydroquinone s'obtient par la réduction de la thymoquinone au moyen de l'anhydride sulfureux; elle se purifie par recristallisation répétée de l'eau chaude.

Je l'ai combinée à la quinone ordinaire en suivant la méthode précédemment décrite (p. 293). Le produit obtenu a donné à l'analyse les résultats que voici :

$0^{gr},1940$ de substance ont donné $0^{gr},4961$ de CO_2
et $0^{gr},1161$ H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{16}H_{18}O_4$.
$0^{gr},1353$ C ou 69,74 %	C : 70,07 %
$0^{gr},0129$ H ou 6,65 %	H : 6,57 %
O : 23,61 % (par différence)	O : 23,36 %

Ce corps peut se former aussi en broyant ensemble de la thymohydroquinone et de la quinone ordinaire ou en les sublimant dans un même ballon.

Il présente absolument le même aspect que la quinhydrone qui vient d'être décrite, et possède le même point de fusion (136°); en un mot, il se montre identique à elle. Il se décompose de nouveau, non en thymohydroquinone et en quinone ordinaire, mais, comme elle, en hydroquinone ordinaire et en thymoquinone, tant par sublimation dans un courant d'air sec que par distillation avec la vapeur d'eau.

Si l'on agite sa solution aqueuse avec du benzol, c'est encore de la thymoquinone qu'on obtient par l'évaporation de ce dernier, tandis que l'eau contient alors un excès d'hydroquinone ordinaire, comme il est facile de s'en convaincre en l'épuisant par l'éther.

Derechef l'action d'une hydroquinone à chaîne latérale sur la quinone ordinaire avait donné le même produit que l'action de l'hydroquinone ordinaire sur la quinone homologue. J'ai résolu alors de mettre en présence une hydroquinone et une quinone substituées toutes les deux, mais à un degré différent.

Action de la toluhydroquinone sur la thymoquinone.

En opérant comme dans le cas précédent, on obtient de petits cristaux bronzés à reflets rouges, fondant à 87°-88°. Voici les résultats de l'analyse :

$0^{gr},1489$ de substance ont donné $0^{gr},3862$ de CO_2
et $0^{gr},0971$ H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{17}H_{20}O_4$.
$0^{gr},1053$ C ou 70,72 °/o	C : 70,83 °/o
$0^{gr},0108$ H ou 7,25 °/o	H : 6,94 °/o
O : 22,03 °/o (par différence)	O : 22,23 °/o

Ce composé, de même que les deux quinhydrones précédentes, se comporte absolument comme un composé unitaire et non comme un mélange de thymoquinhydrone et de toluquinhydrone simples. Il a entièrement les mêmes allures que les quinhydrones mixtes décrites plus haut. Il se forme dans les mêmes conditions que ces dernières et donne lieu aux mêmes phénomènes quand on le chauffe en tubes scellés, avec du benzol. Il se sublime comme elles en se dissociant. A la sublimation, comme à la distillation avec la vapeur d'eau, les produits de dédoublement se composent exclusivement de thymoquinone et de toluhydroquinone.

Action de la thymohydroquinone sur la toluquinone.

Le produit qu'on obtient a le même point de fusion et les mêmes propriétés que celui dont il vient d'être question. Son analyse a donné les nombres suivants :

0gr,2618 de substance ont donné 0gr,6766 de CO_2
et 0gr,1682 H_2O;

soit

	Calculé pour $C_{17}H_{20}O_4$.
0gr,1846 C ou 70,51 °/o	C : 70,83 °/o
0gr,0184 H ou 7,02 °/o	H : 6,94 °/o
O : 22,47 °/o (par différence)	O : 22,23 °/o

Ce corps se forme aussi en broyant ou en sublimant ensemble les substances qui servent à le préparer.

Il se montre de nouveau identique à la quinhydrone mixte qui résulte de l'union de la toluhydroquinone à la thymoquinone et se dédouble comme elle en ces deux substances, tant lorsqu'on le dissout simplement dans l'eau que lorsqu'on le distille dans un courant de vapeur d'eau ou qu'on le sublime.

Des expériences qui précèdent, on peut, semble-t-il, déduire la règle suivante : Quand on fait agir une hydroquinone sur un homologue de sa quinone, ou, réciproquement, sa quinone sur l'hydroquinone homologue de même nom, on obtient dans les deux cas le même produit, la même quinhydrone mixte. Cette dernière se dédouble toujours de la même façon, notamment dans le sens de la quinone la plus substituée.

Ces faits intéressants semblent plaider en faveur de la constitution atomique des quinhydrones. En effet, si, comme on l'a dit, ces composés résultent de l'addition pure et simple de l'hydroquinone et de la quinone mises en présence, on ne se rend pas bien compte de l'identité de produits comme

$$C_6H_3XO_2 \,.\, C_6H_4(OH)_2 \quad \text{et} \quad C_6H_4O_2 \,.\, C_6H_3X(OH)_2$$

(X représentant un radical alcoolique) ; on s'explique encore moins pourquoi ces composés se dédoublent toujours, même sans l'intervention de la chaleur et par simple dissolution, en

$$C_6H_3XO_2 + C_6H_4(OH)_2,$$

et non pas en leurs générateurs respectifs :

$$C_6H_3XO_2 + C_6H_4(OH)_2 \quad \text{et} \quad C_6H_4O_2 + C_6H_3X(OH)_2.$$

Dans cette hypothèse, l'explication ne devient possible que si l'on admet que la quinone et son hydroquinone d'homologie supérieure mises en présence se transforment par une sorte de double décomposition, ou par oxydation et réduction simultanées, en la quinone homologue et l'hydroquinone inférieure. Elles doivent alors fatalement, par leur union, engendrer le même produit que ces dernières et ce produit se décomposera toujours en ses constituants. Le système

$$C_6H_4O_2 + C_6H_3X(OH)_2$$

se transformerait ainsi en

$$C_6H_3XO_2 + C_6H_4(OH)_2,$$

et le produit

$$C_6H_5XO_2 . C_6H_4(OH)_2$$

se dédoublerait en ses constituants

$$C_6H_4(OH)_2 + C_6H_3XO_2.$$

Il n'est guère possible de contrôler cette manière de voir par l'expérience ; la transformation dont je viens de parler, si elle s'accomplit, paraît être intégrale, puisque, dans le cas de la toluhydroquinone et de la quinone ordinaire, par exemple, on ne parvient plus à retrouver ces deux corps ; elle semble en outre être instantanée, comme l'indique le brusque changement de couleur qu'on observe au moment où l'on mélange les solutions aqueuses de ces substances.

J'ai dit au début de cette note qu'on croit que les quinhydrones sont dissociées en solution ; mais aucune détermination, que je sache, n'a été faite à ce sujet et, d'après ce qui vient d'être exposé, il m'a paru intéressant d'examiner si la dissociation de ces corps dans les dissolvants neutres est partielle, ou si c'est une décomposition totale. J'ai essayé d'abord d'y parvenir par voie cryoscopique.

Le dissolvant neutre tout désigné pour ce genre d'expériences est le benzol ; malheureusement les quinhydrones se dissolvent si difficilement à froid dans ce liquide qu'il ne saurait servir à faire des déterminations de poids moléculaires de ces substances. J'ai reconnu que le seul dissolvant un peu approprié est le bromure d'éthylène. Et encore la solubilité dans ce cas est-elle si restreinte, que même en partant d'une solution excessivement étendue, je n'ai pu faire que deux déterminations.

J'ai opéré avec la quinhydrone mixte dérivant de l'hydroquinone ordinaire et de la toluquinone. Pour les calculs, je me suis servi de la formule

$$M = \frac{pk}{Lt},$$

dans laquelle

M représente le poids moléculaire cherché ;

p, le poids de substance ;

k, la constante moléculaire du dissolvant (11,800 pour le bromure d'éthylène) ;

L, le poids du dissolvant, et

t, l'abaissement du point de congélation.

J'ai employé 36^{gr},281 de bromure d'éthylène (L), dont le point de congélation était à 4°,847. Voici les résultats:

Poids de substance (p).	Températures de congélation.	Abaissements (t).	Poids moléculaires (M)
0^{gr},0235	4°,774	0°,073	104,7
0^{gr},0475	4°,716	0°,131	112,6

Le poids moléculaire calculé est 232. On voit que les valeurs obtenues se rapprochent de la moitié de ce nombre.

J'ai essayé alors des déterminations ébullioscopiques, en employant l'éther comme dissolvant. Les expériences ont été faites avec la même quinhydrone mixte. Je me suis encore servi de la formule

$$M = \frac{pk}{Lt},$$

dans laquelle les lettres M, p, k, L ont la même valeur que ci-dessus ; *t* est l'élévation du point d'ébullition. J'ai obtenu les résultats suivants, en opérant sur 14gr,85 d'éther (L) qui, à l'ébullition, marquait sur l'échelle 0°,162.

Poids de substances (*p*).	Températures d'ébullition.	Différences (*t*).	Poids moléculaires (M).
0gr,0728	0°,250	0°,088	116,8
0gr,1319	0°,320	0°,158	118,6

Le nombre obtenu est un peu plus fort que la moitié du poids moléculaire théorique.

D'après ces expériences, tant ébullioscopiques que cryoscopiques, les quinhydrones seraient donc totalement dédoublées en solution étendue dans les dissolvants neutres et l'on aurait en présence, dans le cas examiné,

$$C_6H_4(OH)_2 + C_7H_6O_2;$$

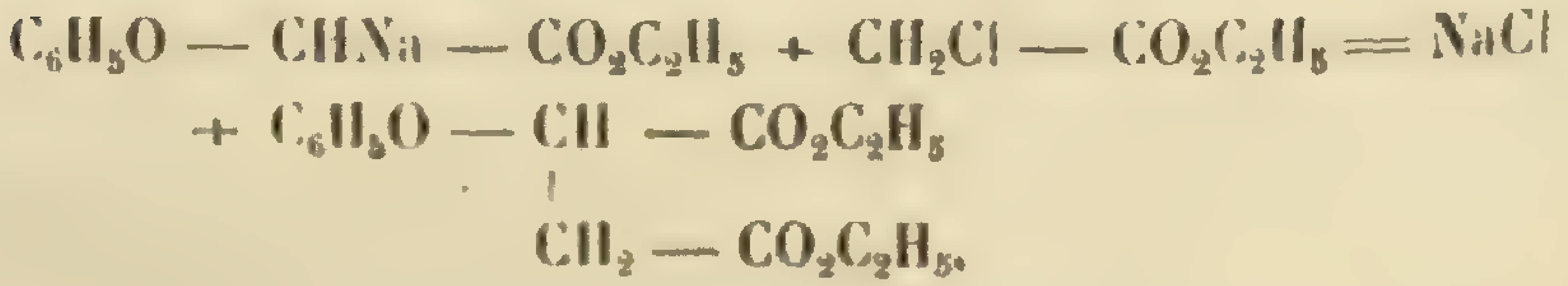
on doit alors, en effet, trouver la moitié du point moléculaire théorique.

J'ai essayé également de préparer des phénoquinones mixtes en faisant agir deux phénols monoatomiques différents sur une même quinone, et j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie les résultats de ce nouveau travail.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser mes bien vifs remerciements à M. le professeur Th. Swarts, dans le laboratoire duquel ce travail a été fait, de l'intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner au cours de mes recherches.

Recherches sur l'éther phénoxacétique. — Son action sur l'éther chloracétique ; par le Dr A.-J.-J. Vandevelde, assistant à l'Université de Gand.

P. Fritzsche (*) a annoncé jadis que les éthers de l'acide phénoxacétique $C_6H_5O — CH_2 — CO_2H$ avaient la propriété de dissoudre du sodium en dégageant de l'hydrogène, et de donner naissance à des dérivés métalliques dont l'étude ne fut pas entreprise. Je me suis demandé si le produit résultant de l'action du sodium sur le phénoxacétate d'éthyle et qui apparemment doit avoir pour formule $C_6H_5O — CHNa — CO_2C_2H_5$, ne pourrait pas réagir sur le chloracétate d'éthyle pour engendrer un éther succinique substitué, le phénoxysuccinate d'éthyle :



$$\begin{array}{l} C_6H_5O — CHNa — CO_2C_2H_5 + CH_2Cl — CO_2C_2H_5 = NaCl \\ \quad + C_6H_5O — \begin{array}[t]{l} CH — CO_2C_2H_5 \\ | \\ CH_2 — CO_2C_2H_5. \end{array} \end{array}$$

Fait curieux, cette réaction, qui paraît devoir réussir à priori, régénère le phénoxacétate d'éthyle, point de départ. Il m'a paru intéressant d'étudier ce phénomène en tous ses détails, et j'ai l'honneur d'en soumettre l'interprétation, en même temps que l'étude du dérivé sodé luimême, à l'appréciation de l'Académie.

L'acide phénoxacétique se prépare facilement par

(*) *Ueber Oxyphenylessigsäure und ihre Abkömmlinge* (Journ. f. prakt. Chem., 1879, 20, p. 267).

l'action combinée du phénol, de l'acide chloracétique et d'une solution de soude caustique (*); il est ensuite éthérifié par l'alcool et l'acide sulfurique. J'ai essayé de préparer directement cet éther selon la méthode indiquée récemment par K. Auwers et K. Haymann (**) pour la préparation du diphénoxacétate d'éthyle $(C_6H_5 - O)_2 CH - CO_2C_2H_5$. Elle consiste à dissoudre dans l'alcool absolu du phénol et du dichloracétate d'éthyle en quantité déterminée; on projette ensuite dans le mélange un poids calculé de sodium. Je n'ai jamais réussi, par cette méthode, à obtenir la moindre trace de phénoxacétate d'éthyle.

La préparation des dérivés sodés des éthers organiques est souvent très difficile. Vaillant (***) recommande d'employer le sodium en lamelles aussi minces que possible; le dérivé sodé étant insoluble dans l'éther ou dans le benzol, qui servent en général de dissolvant pour la substance à étudier, le sodium se recouvre d'une croûte solide qui tend à empêcher toute attaque ultérieure. C'est pourquoi on a souvent recours à l'éthylate de sodium en solution alcoolique; dans le cas du phénoxacétate d'éthyle, la chose n'est pas réalisable: quand on verse cet éther dans une solution alcoolique d'éthylate de sodium, on obtient un précipité blanc qui se prend en masse; lavé à l'alcool et à l'éther et séché dans le vide, ce précipité est pulvérulent et n'est autre chose que du phénoxacétate de sodium.

(*) *Loc. cit.*

(**) *Ueber das Verhalten der Natriumsalze von Phenolen gegen Mono- und Dichloressigester* (BER. D. DEUTSCH. CHEM. GES., 1894, 27, p. 2795).

(***) *Sur quelques dérivés métalliques de la dithioacétylacétone* (BULL. SOC. CHIM. PARIS, 1896, 15, p. 514).

En effet, quand on traite ce produit par un acide étendu, on observe d'abord un trouble dans le liquide, et au bout de quelques heures se déposent des cristaux transparents dont le point de fusion correspond parfaitement à celui de l'acide phénoxacétique (96°). De plus, le dosage du sodium par la méthode au sulfate de sodium a donné le résultat suivant :

0gr,1436 de substance donnent 0gr,0600 Na_2SO_4,
soit Na = 0gr,0194 13,51 %.
Calculé pour $C_6H_5O — CH_2 — CO_2Na$ Na = 13,32 %.

Il en résulte que l'éthylate de sodium ne peut servir à préparer le dérivé sodé du phénoxacétate d'éthyle, puisqu'il saponifie cet éther et le transforme en sel de sodium.

Le dérivé sodé se prépare dans un appareil à reflux : on dissout du phénoxacétate d'éthyle dans environ vingt fois son poids d'éther absolu et on y projette de temps en temps quelques petites lamelles de sodium. Il est inutile d'employer une quantité calculée de métal, car la réaction est loin d'être complète. Le dégagement d'hydrogène cesse, avant même que la quantité employée de phénoxacétate d'éthyle soit totalement transformée.

Le précipité qui s'est formé est rapidement filtré à la trompe, lavé à l'éther et enfin desséché dans le vide. Le dosage du sodium sous forme de sulfate a donné les résultats suivants :

0gr,1729 de substance donnent 0gr,0615 Na_2SO_4.
soit Na = 0gr,0196 11,34 %.
Calculé pour $C_6H_5O — CHNa — CO_2C_2H_5$ Na = 11,39 %.

Ce dérivé sodé est une poudre blanche, insoluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans l'eau après quelque temps en se transformant en phénoxacétate de sodium, décomposable par les acides étendus en régénérant le phénoxacétate d'éthyle.

Il est avantageux, pour obtenir un produit aussi pur que possible, d'employer l'éther phénoxacétique qui distille au début; comme je le démontrerai plus loin, cet éther se décompose un peu, surtout vers la fin de la distillation, en donnant de l'acide phénoxacétique. Le dérivé sodé préparé dans ces conditions renferme en même temps du phénoxacétate de sodium.

Le phénoxacétate d'éthyle prend une réaction acide quand on y ajoute de l'eau. Je me suis demandé si la décomposition de l'éther en acide provenait de la distillation même ou bien d'une saponification par l'eau de lavage durant sa préparation. J'ai étudié dans ce but la saponification de l'éther phénoxacétique au sein de l'eau, en me rapprochant autant que possible des conditions dans lesquelles il se trouve pendant qu'on le prépare. Cet éther étant insoluble et formant par conséquent avec l'eau un mélange non homogène, j'ai employé une série d'éprouvettes dans lesquelles je versais un même poids d'eau et un même poids d'éther à étudier. Le liquide de chaque éprouvette devait servir ainsi de prise d'essai et correspondait aux quantités équivalentes de liquide à prélever sur un mélange homogène.

Je me suis servi du thermostat d'Ostwald modifié à cet effet (*); les éprouvettes, au nombre de vingt, contenant chacune 8 grammes d'eau distillée, furent mises en mou-

---

(*) W. Ostwald, *Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen*, 1893, p. 212, fig. 124.

vement. La constance de température (26°,1) une fois obtenue, le moulinet fut retiré de l'eau, et sans en détacher les éprouvettes, je versai rapidement dans chacune d'elles $0^{gr},1940$ d'éther phénoxacétique rectifié. Une petite pipette jaugée, construite à cet effet et contenant, jusqu'au trait de jauge, $0^{gr},1940$ de l'éther à étudier, me permit de faire facilement l'opération en ne demandant qu'une seule pesée.

La recherche de la quantité d'acide a été faite au moyen d'une liqueur titrée de baryte $^5/_5$ décime normale et a conduit aux résultats suivants :

Nombre de minutes.	Centimètres cubes de baryte employés.
5	0.20
20	0.20
40	0.20
70	0.25
100	0.20
150	0.20
190	0.20
290	0.20
400	0.20
520	0.20
1525	0.20
2965	0.20

La quantité d'acide trouvée dès le début n'a donc pas augmenté, même au bout d'environ quarante-huit heures. J'en conclus que l'éther phénoxacétique n'est pas saponifié par l'eau à une température peu élevée dans l'espace de deux jours et qu'il ne se décompose donc pas par les lavages à l'eau que nécessite sa préparation.

L'acide libre que l'on trouve dans le phénoxacétate d'éthyle et qui correspond à $0^{gr},006$ d'éther sur $0^{gr},1940$ (chiffre déduit de la quantité de baryte nécessaire à la neutralisation, soit 0,2 centimètre cube de baryte $^{5}/_{3}$ décime normale), c'est-à-dire $^{1}/_{32}$ de l'éther, provient donc d'une destruction partielle durant la distillation.

J'ai essayé de faire agir sur le phénoxacétate d'éthyle sodé les éthers acétiques monohalogénés ; j'espérais ainsi, comme je l'ai dit au début de cette note, préparer l'éther phénoxysuccinique. J'ai d'abord fait réagir l'éther iodacétique et l'éther bromacétique sur le dérivé sodé en faisant varier les conditions de l'expérience, tantôt en employant des quantités calculées de substance, tantôt en opérant avec un excès d'éther iodo- ou bromacétique, tantôt enfin en me servant d'un dissolvant, éther, benzol, xylol. Dans tous les cas, il se formait de l'iodure ou du bromure de sodium ; il se produisait une résine brune qui refusait de distiller, même dans le vide, en même temps que je retrouvais du phénoxacétate d'éthyle. Ce dernier était mélangé à de l'acide phénoxacétique qui cristallisait au bout d'un certain temps et qui élevait sensiblement (de 250 à 300°) le point d'ébullition du liquide. Avec l'iodacétate d'éthyle, la réaction est très violente.

La présence de bromure et d'iodure de sodium peut résulter de la formation de phénoxysuccinate d'éthyle ; mais comme cet éther ne se produit pas, il faut admettre que le phénoxacétate d'éthyle sodé est décomposé par l'acide bromhydrique, l'acide iodhydrique et l'iode qui proviennent de la destruction des éthers acétiques bromé et iodé ; chacun sait que la distillation de ces éthers est toujours accompagnée d'un dégagement de vapeurs acides.

Je me suis adressé alors à un éther que je croyais plus stable, le chloracétate d'éthyle, sur lequel j'ai fait agir le phénoxacétate d'éthyle sodé sec ; l'opération, exécutée dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux, a été continuée durant trois jours, à la température d'ébullition du chloracétate d'éthyle.

Comme dans les cas précédents, j'ai trouvé que le précipité réuni au fond du ballon n'était formé que par du chlorure de sodium; tout l'éther sodé avait disparu; après lavage à l'éther, il ne donnait aucune trace de carbonisation quand on le chauffait sur une lame de platine. Le liquide rectifié était un mélange de chloracétate d'éthyle et d'éther phénoxacétique; au fond du ballon distillatoire restait la même matière résineuse refusant de distiller et donnant par l'ébullition avec de la soude et le traitement à l'acide sulfurique étendu, un peu d'acide phénoxacétique fondant à 96°.

Pour m'assurer que dans cette réaction, que je tâcherai d'interpréter plus loin, il se reformait réellement de l'éther phénoxacétique qui avait servi de point de départ, je l'ai saponifié et neutralisé pour obtenir l'acide correspondant. Le produit desséché fondait à 96°; une analyse par combustion a donné les résultats suivants :

0gr,0934 de substance donnent	0gr,2140 CO_2
	0gr,0456 H_2O,
soit C = 0gr,0585	62,42 %
H = 0gr,0051	5,46 %.
Calculé pour $C_6H_5O - CH_2 - CO_2H$	C = 62,67 %
	H = 5,87 %.

J'ai reconnu de plus que l'éther ainsi régénéré se comporte avec la phénylhydrazine comme le phénoxacétate primitif.

Quand on fait agir la phénylhydrazine sur le phénoxacétate d'éthyle, en s'aidant d'une douce chaleur, on provoque bientôt une réaction assez vive, et après peu de temps, le mélange se prend en cristaux allongés et soyeux. La masse est reprise par l'alcool, où elle se dissout surtout à chaud, et si la cristallisation ne se produit pas par le refroidissement, on peut ajouter de l'éther, qui provoque bientôt la précipitation d'un magma cristallin. Les cristaux blancs obtenus sont recueillis sur un filtre, lavés à l'éther et séchés dans le vide; ils fondent à 180° ; ils sont solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther, insolubles dans l'eau ; ils se décomposent un peu au-dessus du point de fusion en dégageant de l'ammoniaque.

Une analyse par combustion a donné les chiffres suivants :

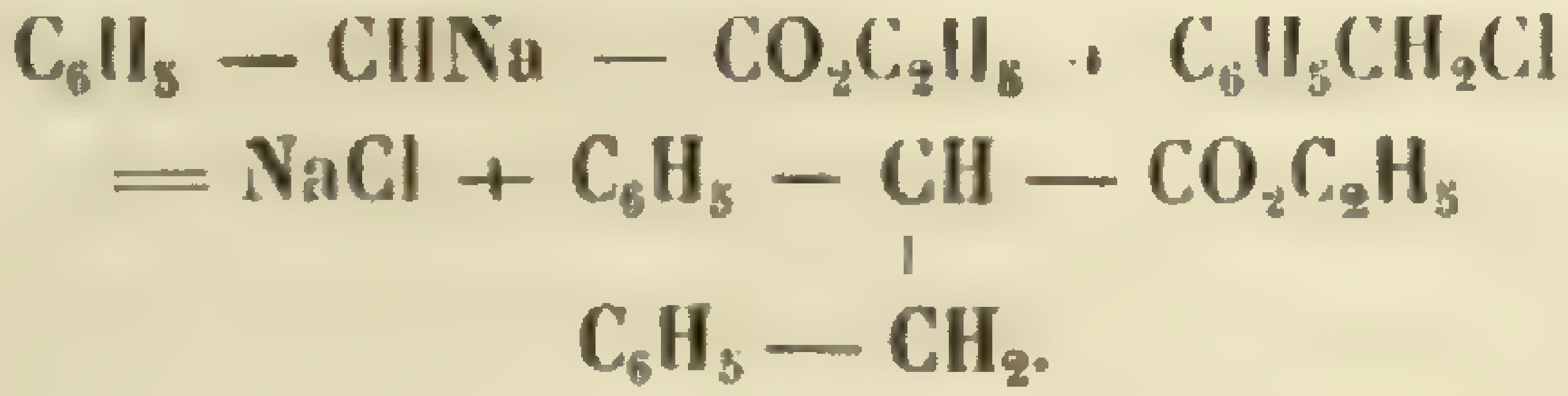
$0^{gr},1628$ de substance donnent $0^{gr},4125$ CO_2
$0^{gr},0854$ H_2O,
soit $C = 0^{gr},1125$ 69,12 %
$H = 0^{gr},0093$ 5,71 %.
Calculé pour $C_6H_5O - CH_2 - CO - NH - NHC_6H_5$: $C = 69,42$ %
$H = 5,72$ %.

La réaction est donc :

$$C_6H_5O - CH_2 - CO_2C_2H_5 + NH_2 - NHC_6H_5 = C_2H_5OH + C_6H_5O - CH_2 - CO - NH - NHC_6H_5,$$

et les cristaux fondant à 180° sont constitués par la phénoxacétylphénylhydrazide.

Cette dernière réaction et la formation d'acide phénoxacétique prouvent que l'on a réellement affaire à du phénoxacétate d'éthyle régénéré. A. Meyer (*) a observé jadis un phénomène analogue; en faisant agir le dérivé sodé de l'éther phénylacétique (alphatoluique) sur le chlorure de benzyle, il espérait obtenir de l'acide benzylphénylacétique, d'après l'équation



$$\begin{gathered} C_6H_5-CHNa-CO_2C_2H_5+C_6H_5CH_2Cl \\ =NaCl+C_6H_5-\underset{\substack{|\\ C_6H_5-CH_2.}}{CH}-CO_2C_2H_5 \end{gathered}$$

Mais il n'obtint que du chlorure de sodium en même temps que l'éther phénylacétique était reformé; la réaction attendue ne se produisit pas non plus par l'emploi de tubes scellés.

J'ai cherché à interpréter ce phénomène; la formation de chlorure de sodium et de phénoxacétate d'éthyle aux dépens de l'éther phénoxacétique sodé ne peut se réaliser qu'en présence d'acide chlorhydrique suivant la réaction

$$\begin{gathered} C_6H_5O-CHNa-CO_2C_2H_5+HCl \\ =NaCl+C_6H_5O-CH_2-CO_2C_2H_5. \end{gathered}$$

Comme je n'opérais qu'avec le dérivé sodé pur et l'éther chloracétique sec et bien rectifié, la seule source d'acide chlorhydrique ne pouvait être que l'éther chloracétique

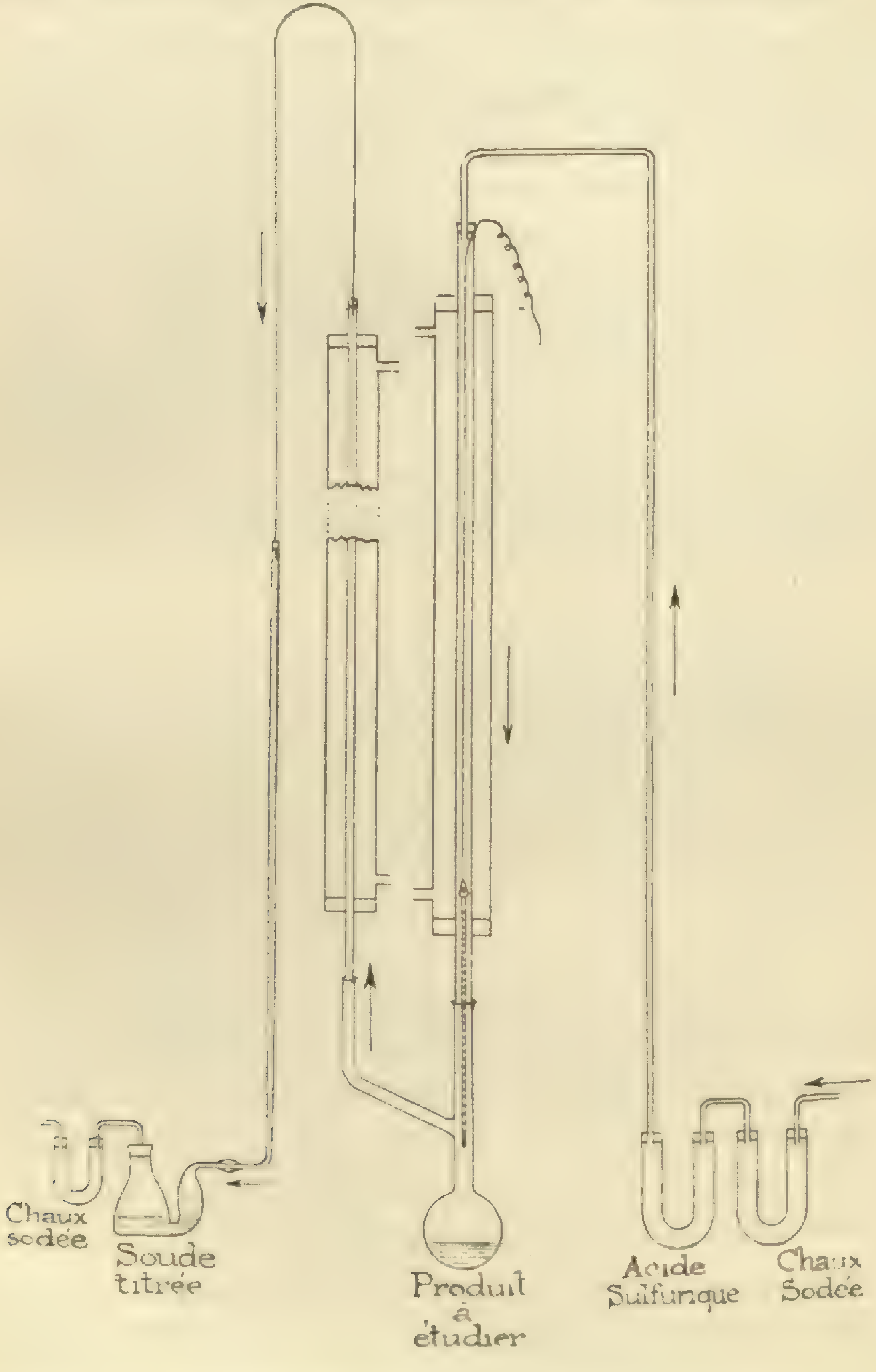
---

(*) *Ueber Phenylessigsäure und Benzylcyanid* (Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1888, 21, p. 1306).

lui-même. J'ai soumis 41gr,5 de chloracétate d'éthyle plusieurs fois rectifié et distillant à 144°, à une ébullition non interrompue de neuf fois vingt-quatre heures dans un appareil à reflux avec jointures à l'émeri. J'opérais dans un ballon distillatoire dont le goulot était muni d'un réfrigérant ascendant; par le tube de ce réfrigérant passait un long fil de platine auquel était suspendu un thermomètre dont la boule était au niveau de la tubulure latérale. Celle-ci, à son tour, était recourbée vers le haut et munie d'un très long réfrigérant ascendant fixé au ballon distillatoire par une jointure à l'émeri; le tube du réfrigérant était muni à sa partie supérieure d'un tube capillaire recourbé, auquel faisait suite un tube descendant et qui conduisait à un flacon de Will-Erlenmeyer contenant de la soude titrée.

Un tube fixé à la partie supérieure du premier réfrigérant ascendant, permettait de faire circuler de temps en temps dans l'appareil un courant d'air très lent, purifié par un passage préalable sur de la chaux sodée et de l'acide sulfurique; il était facile ainsi d'entraîner les gaz qui pouvaient résulter de la décomposition du chloracétate d'éthyle.

L'absence de bouchons et de joints en caoutchouc aux endroits où l'éther chloracétique devait bouillir ou se trouver à l'état de vapeur, évitait la cause d'erreur provenant de la décomposition que les substances chaudes font la plupart du temps subir au liège et au caoutchouc; le long réfrigérant et le tube capillaire empêchaient les entraînements mécaniques d'éther chloracétique que le courant d'air, quoique très lent, pouvait provoquer; enfin une petite spirale de platine jetée dans le liquide assurait son ébullition tranquille et régulière. La figure ci-jointe donne une idée de l'appareil employé.


Chaux
sodée
Soude
titrée
Produit
à
étudier
Acide
Sulfurique
Chaux
Sodée

Dans les conditions décrites ci-dessus, j'ai chauffé le chloracétate d'éthyle au moyen d'une petite lampe à couronne, en entourant le ballon distillatoire d'un manchon d'asbeste. Le flacon de Will-Erlenmeyer contenait 50 centimètres cubes de soude caustique titrée correspondant à 140 centimètres cubes d'acide chlorhydrique décime.

Tous les deux ou trois jours, je titrais la soude du flacon de Will-Erlenmeyer et je la remplaçais par une nouvelle quantité de 50 centimètres cubes de soude.

Après un premier intervalle de quarante heures, 50 centimètres cubes de soude étaient neutralisés par 135 centimètres cubes d'acide décime.

Après un deuxième intervalle de quarante-huit heures, il fallait pour 50 centimètres cubes de soude, 135 centimètres cubes d'acide décime.

Après un troisième intervalle de cinquante heures, il fallait pour une troisième portion de 50 centimètres cubes de soude, 130 centimètres cubes d'acide décime.

Après un quatrième intervalle de soixante-douze heures, il fallait 127 centimètres cubes d'acide décime.

L'ébullition consécutive de neuf jours avait donc produit une quantité d'acide chlorhydrique correspondant à

140 — 135 = 5 centimètres cubes d'acide décime
140 — 135 = 5 — —
140 — 130 = 10 — —
140 — 127 = 13 — —

c'est-à-dire 33 centimètres cubes d'acide chlorhydrique décime, soit $0^{gr},00365 \times 33 = 0^{gr},11585$ d'acide chlorhydrique gazeux.

La soude du flacon de Will-Erlenmeyer, qui était au début exempte de chlore, produisait un précipité abondant en présence d'acide nitrique en excès.

Je puis donc conclure à la décomposition du chloracétate d'éthyle en acide chlorhydrique sous l'influence de la chaleur. Jusqu'à présent, je n'ai pas cherché à faire de déterminations quantitatives; il aurait fallu tenir compte à cet effet de la quantité d'air que je faisais circuler dans l'appareil et qui devait évidemment rompre l'équilibre et produire d'autant plus d'acide chlorhydrique que l'atmosphère intérieure en était moins saturée; pour le moment, il suffisait de démontrer qualitativement que de l'acide chlorhydrique pouvait se produire.

La décomposition des dérivés halogénés sous l'influence d'une ébullition prolongée est une étude théorique intéressante que je me propose de poursuivre, surtout dans le but de comparer entre eux les dérivés isomères et les produits faisant partie de mêmes séries homologues.

Puisque le chloracétate d'éthyle se décompose de lui-même sous l'influence de la chaleur, il était intéressant de vérifier si la décomposition était facilitée par la présence d'une substance capable de fixer l'acide chlorhydrique. J'ai choisi à cet effet le carbonate de calcium précipité sec en poudre, et le marbre en petits fragments; en me servant du même appareil que plus haut, j'ai constaté qu'au bout de quelques instants à peine d'ébullition, il se produisait de l'anhydride carbonique qu'on pouvait reconnaître en le conduisant par un courant d'air purifié dans une solution de baryte. L'acide chlorhydrique dégagé par le chloracétate d'éthyle se portait donc sur le carbonate de calcium en mettant de l'anhydride carbonique en liberté.

Le carbonate de calcium décompose donc le chloracétate d'éthyle bouillant; nul doute qu'un éther sodé dont le métal est, comme chacun sait, excessivement mobile, ne puisse servir d'agent provocateur et ne soit décomposé totalement, grâce à la puissante affinité que le sodium a pour le chlore. Il n'est donc guère difficile de comprendre que, dans ces conditions, l'éther phénoxacétique qui a servi à préparer le dérivé sodé correspondant, soit régénéré quand on le traite par de l'éther chloracétique bouillant.

Ce travail a été fait dans le laboratoire de chimie générale de l'Université de Gand, sous la direction de M. le professeur Th. Swarts, auquel je suis heureux de présenter ici tous mes remerciements.

—

Influence des variations de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves. — Recherches expérimentales faites dans les écoles primaires d'Anvers (1895-1896). (Première communication); par M.-C. Schuyten, docteur en sciences, professeur agrégé de l'enseignement moyen du degré supérieur.

I

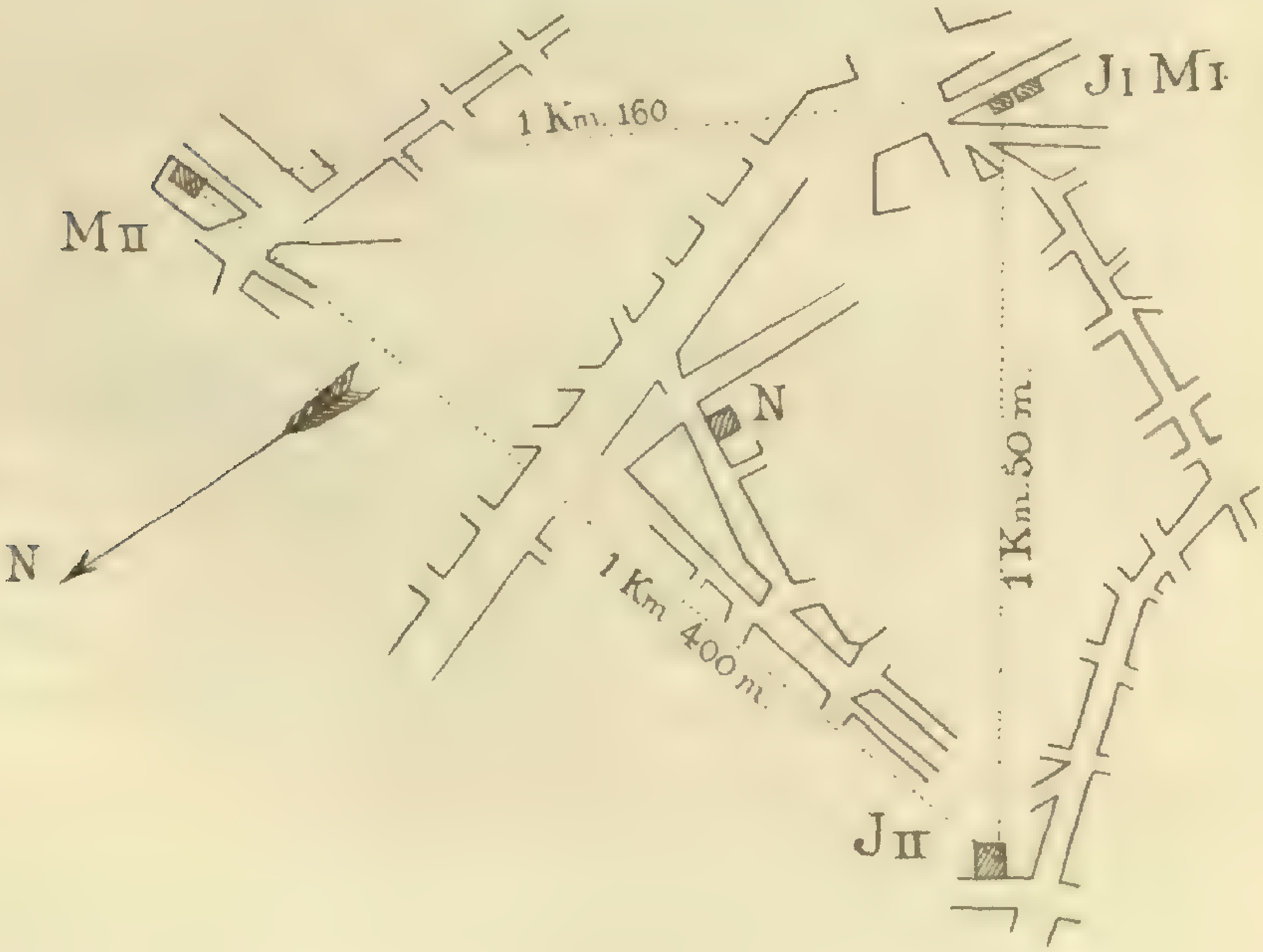
Durant l'année scolaire 1893-94, j'avais mesuré l'intensité de l'attention volontaire d'une classe de petits garçons âgés en moyenne de 8 à 10 ans, en mesurant non pas cette attention même, comme phénomène unique, ce qui est impossible, mais en mesurant un exercice, la lecture d'une leçon, comme ayant l'attention volontaire pour base; cet exercice était commandé, sous surveillance, dans des circonstances spéciales toujours les mêmes.

En enregistrant journellement les résultats obtenus, je pus constater à la fin de l'année un parallélisme frappant entre mes chiffres, jamais deux jours les mêmes, et les degrés de température constamment variables aussi. Dans le but de confirmer et de rendre plus sûr ce résultat remarquable, je demandai et obtins de M. le D^r^ Desguin, échevin de l'instruction publique d'Anvers, la permission de refaire ce travail en grand, en opérant sur un nombre d'élèves aussi considérable que possible et en ne négligeant point les filles.

Ce sont les résultats de cette nouvelle campagne scientifique, confirmant pleinement ceux de la première, que j'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie.

II

J'ai choisi quatre écoles situées sur les sommets d'un triangle (v. fig.) (**MII**, **JII**, **JI**, **MI**) dont le centre est occupé



par l'école industrielle (N) ; c'est ici que j'avais à ma disposition des appareils enregistreurs Richard servant aux quatre établissements où je faisais mes observations psychiques; j'espérais trouver des rapports entre celles-ci et les données hygrométriques et barométriques, mais la fin des opérations m'a démontré que le thermomètre seul, dans ses indications, montre le chemin que prend le degré de l'attention volontaire des élèves durant l'année; même les déclinaisons magnétiques (1) ne donnent, sous ce rapport, aucune régularité appréciable.

J'ai visité journellement seize classes, huit le matin et huit l'après-midi, divisées de façon à en avoir deux inférieures identiques pour garçons, deux supérieures identiques pour filles, deux supérieures identiques pour garçons, deux inférieures identiques pour filles ; comme chaque classe était visitée deux fois par jour, j'avais réalisé les conditions voulues pour suivre une même classe à quatre heures différentes de la journée.

III.

Voici la méthode que j'ai adoptée définitivement, après une étude minutieuse des conditions à réaliser chaque fois, et une série d'essais préliminaires durant trente jours.

La classe est isolée complètement du reste de l'établissement; pour cela, on ferme les portes et les fenêtres, et on donne les instructions indispensables partout, où, à l'extérieur, cela est nécessaire, pour que durant l'expérience il ne puisse pas se produire des incidents déviateurs de l'attention. L'instituteur se place derrière les élèves; l'observateur prend position dans l'angle de la salle qui lui permet d'embrasser tous les élèves d'un seul regard, à une distance suffisante des premiers bancs. Chaque élève a devant lui son livre de lecture (en langue maternelle); c'est la première fois qu'il l'a sous main depuis le commencement de la classe. Sur un signe convenu, la lecture des deux pages indiquées commence, *avec les yeux;* elles changent chaque fois; ordre a été donné qu'après la lecture de la dernière ligne, la première doit être reprise et ainsi de suite, jusqu'à ce que le signe qui a indiqué le commencement, indique la fin (1).

---

(1) Dues à la complaisance de M. Lagrange, de l'Observatoire d'Uccle.

Durant l'expérience, il se produit différents phénomènes :

α. L'élève lit réellement, avec ou sans mouvement du corps;

β. Il ne lit pas, se meut ou ne se meut pas, ou rêve;

γ. Il se nettoie le nez, éternue, tousse, bâille, se frotte les yeux ou la peau.

Tous ont été annotés numériquement avec toute l'exactitude que permettait ce travail difficile. Pour le moment, je ne parlerai que de l'attention développée journellement; et je dirai à la fin quelques mots sur les attaques respiratoires, parce qu'elles m'ont permis de faire certaines remarques intéressantes.

---

(1) Je frappais chaque fois avec mon crayon sur le petit pupitre que j'avais devant moi et qui est le même dans toutes les classes de toutes les écoles primaires de la ville d'Anvers.

Chaque élève qui ne lit pas est assurément inattentif; il s'agit donc de déceler, en premier lieu, quand il ne lit pas, et le seul moyen absolument sûr, c'est de constater à quels moments ses yeux ne sont point fixés sur le livre; ces cas seuls ont été annotés, bien que, dans certaines circonstances, j'aie enregistré comme inattentifs des élèves qui, tout en ayant l'air de fixer le livre, présentaient sûrement l'aspect d'enfants qui, avec l'esprit, étaient ailleurs; mais j'ai été, avec ces annotations-là, évidemment très sobre. Après chaque opération, durant exactement cinq minutes, j'avais enregistré une série de petites lignes représentant le nombre de non-attentifs; j'en déduisais chaque fois le % d'attentifs réels (1).

---

(1) Il est indispensable que la classe qu'on examine soit dirigée par un instituteur ou une institutrice de choix, ayant beaucoup d'ordre et de tact, ainsi qu'une liberté d'action suffisante; l'observateur lui-même doit avoir l'habitude de diriger des enfants.

Age des élèves examinés.

ANNÉE de NAISSANCE.	GARÇONS.		FILLES.		NOMBRE d'élèves × 2.
	Classes inférieures.	Classes supérieures.	Classes inférieures.	Classes supérieures.	
	Élèves.	Élèves.	Élèves.	Élèves.	Élèves.
1879	»	»	»	1	2
1880	»	»	»	2	4
1881	»	19	»	5	48
1882	»	22	1	27	100
1883	2	24	4	16	92
1884	4	13	13	13	86
1885	3	5	15	2	50
1886	29	»	39	»	136
1887	49	»	29	»	156
1888	4	»	2	»	12
TOTAL.	91	83	103	66	686

IV.

Les résultats expérimentaux, tels qu'ils se trouvent réunis dans les tableaux ci-après, montrent en détail les variations que subit journellement l'intensité de l'attention volontaire, qui forme la base, comme on sait, de tout notre enseignement actuel.

A la planche I, j'ai représenté graphiquement la succession des moyennes mensuelles, parfaitement parallèle à la courbe de la température normale moyenne de l'Europe, telle que l'Observatoire international de France l'a enregistrée à la même époque 1895-96.

A la planche II, je montre pour chaque mois un jour type ; il a été obtenu en tirant la moyenne des chiffres obtenus pendant le mois entier à la même heure.

Résultats expérimentaux exprimés en °/o.

DATES.	ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h. du matin.
	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	
	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	
1896. Janvier 6	70	72	68	63	77	65	67	63	59	71	75	76	74	68	83	2°,8
— 7	67	69	65	62	78	65	68	62	59	70	70	71	69	64	76	0,0
— 8	71	75	67	66	77	65	71	59	53	70	78	78	78	72	83	3,4
— 9	—	74	—	—	—	—	67	—	—	—	—	81	—	—	—	- 0,4
— 10	74	75	73	73	76	68	68	68	68	68	81	82	80	78	84	- 1,5
— 11	69	75	63	66	72	63	72	54	60	67	75	79	71	72	78	- 0,9
— 13	69	77	61	66	73	63	71	55	60	65	76	83	70	73	80	4,7
— 14	70	76	64	67	72	59	68	50	57	62	79	83	75	76	82	4,7
— 15	65	68	62	64	66	56	60	51	57	55	74	75	73	74	77	2,0
— 16	—	65	—	—	—	—	58	—	—	—	—	72	—	—	—	4,4
— 17	64	66	62	59	68	59	59	59	56	62	68	72	64	63	74	9,1
— 18	65	66	64	60	74	57	57	57	50	67	73	75	74	70	77	8,1
— 20	66	72	60	61	72	64	68	54	56	66	74	77	65	67	78	2,2
— 21	70	74	69	64	75	63	65	65	64	69	75	77	73	68	82	2,8

—	22	69	72	66	62	76	62	60	60	55	70	78	80	72	70	84	2,0
—	23	—	74	—	—	—	—	69	—	—	—	—	80	—	—	—	4,1
—	24	67	69	65	62	76	62	65	59	58	67	71	73	69	67	76	1,8
—	25	67	70	64	65	69	62	65	59	60	65	69	75	63	70	74	2,1
—	27	69	71	67	64	74	66	70	62	60	74	72	72	72	67	77	4,8
—	28	66	71	64	64	72	62	67	57	56	79	71	75	67	65	77	4,1
—	29	62	69	55	56	67	61	69	53	56	67	62	70	54	56	69	3,5
—	30	—	65	—	—	—	—	64	—	—	—	—	69	—	—	—	3,2
—	31	62	63	61	58	66	59	59	53	53	64	67	68	66	64	70	2,9
Février	1	62	65	59	58	66	57	59	55	52	62	67	70	64	64	69	3,5
—	3	66	66	66	62	69	68	61	65	61	65	69	70	63	64	74	2,6
—	4	53	62	56	58	60	56	59	53	56	56	62	64	60	61	63	2,5
—	5	—	—	—	51	—	—	—	—	49	—	—	—	—	55	—	2,0
—	6	—	71	—	—	—	—	61	—	—	—	—	74	—	—	—	6,2
—	7	67	72	62	64	70	64	69	59	61	67	70	76	64	67	74	2,8
—	8	64	67	61	58	70	63	67	59	61	64	64	67	61	56	73	0,3
—	10	—	—	—	63	—	—	—	—	64	—	—	—	—	62	—	6,7
—	11	62	64	60	57	66	62	65	59	57	66	62	63	61	57	66	7,4
—	12	—	64	—	—	—	—	59	—	—	—	—	69	—	—	—	6,0
—	14	62	66	58	55	68	59	61	57	50	67	64	71	57	60	65	3,7
—	15	60	64	56	56	68	57	61	53	54	60	64	67	61	60	69	5,3

DATES.	ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h. du matin.
	Enfants.			Garçons.	Filles	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	
	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin	Soir.	— Jour	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	
1896. Février 19	64	68	60	61	68	58	63	53	55	62	70	74	66	66	73	4,6
— 20	—	69	—	—	—	—	63	—	—	—	—	75	—	—	—	8,0
— 21	64	61	64	53	69	58	59	57	54	66	64	64	64	55	73	3,7
— 24	64	71	57	59	71	59	64	54	52	66	71	77	65	65	77	- 3,5
— 25	68	69	67	65	71	65	67	63	60	70	70	71	69	69	72	- 2,2
— 26	—	68	—	—	—	—	62	—	—	—	—	73	—	—	—	2,6
1895. — 27	71	76	66	70	73	61	69	53	61	64	83	83	84	79	89	8,0
— 28	—	77	—	—	—	—	69	—	—	—	—	83	—	—	—	2,0
Mars 1	74	76	72	75	73	66	68	62	68	64	81	83	79	81	81	3,5
— 2	72	77	67	75	69	61	68	54	65	58	80	84	76	79	84	3,0
— 4	74	75	73	74	75	69	67	71	69	69	82	85	79	82	83	1,0
— 5	76	76	76	76	76	67	67	67	72	62	85	85	85	81	90	0,0
— 6	76	77	75	75	78	68	70	66	66	71	84	85	83	84	85	- 1,5
— 7	—	79	—	—	—	—	72	—	—	—	—	87	—	—	—	1,2
— 8	78	84	78	84	78	73	78	68	79	66	83	88	84	83	94	4,8
9	79	78	80	79	80	72	73	71	78	71	84	87	84	84	88	4,0

—	9	79	78	80	79	80	72	73	71	78	71	84	87	84	84	88	4,0
—	11	77	80	74	76	77	74	80	68	76	71	79	81	77	77	82	6,0
—	12	75	75	75	74	74	65	67	63	70	61	82	84	80	78	86	7,0
—	13	72	69	75	72	72	64	61	67	70	59	80	78	82	75	86	0,0
—	14	—	78	—	—	—	—	69	—	—	—	—	90	—	—	—	4,0
—	15	77	79	75	78	76	69	72	66	76	68	85	86	84	85	85	7,0
—	16	74	72	76	74	73	65	74	56	65	64	83	83	83	83	82	9,0
—	18	76	81	71	77	74	66	72	60	74	59	84	89	81	80	89	8,5
—	19	76	80	72	78	75	71	78	63	79	64	82	81	83	77	87	6,9
—	20	73	76	70	71	74	64	68	60	68	60	84	84	78	75	88	8,3
—	21	—	82	—	—	—	—	75	—	—	—	—	89	—	—	—	6,9
—	22	77	83	71	74	77	68	76	60	70	66	83	82	84	78	89	10,7
—	23	76	79	73	77	75	66	71	61	71	61	84	85	83	81	87	5,7
—	25	74	73	75	75	74	66	65	67	68	63	84	81	87	81	85	10,2
—	26	76	76	76	74	78	65	65	65	67	64	87	88	86	81	92	8,3
—	27	77	81	73	75	78	68	73	63	71	66	85	89	84	79	91	6,6
—	28	—	72	—	—	—	—	65	—	—	—	—	80	—	—	—	11,2
—	29	72	73	71	69	75	63	65	61	64	62	80	82	78	74	87	7,9
—	30	74	80	68	73	75	68	78	58	69	67	80	84	79	78	83	7,2
Avril	1	73	78	68	72	74	61	67	55	65	57	85	90	80	80	91	5,6
—	2	65	66	64	67	63	56	55	57	65	47	74	78	70	69	80	12,5

DATES.		ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h. du matin.
		Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	
		Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	oir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	
1895. Avril	3	68	72	64	68	68	57	61	53	61	52	80	83	77	76	84	4°,3
—	4	—	71	—	—	—	—	67	—	—	—	—	75	—	—	—	4,5
—	5	—	71	—	—	—	—	65	—	—	—	—	76	—	—	—	6,2
Petites vacances.																	
—	23	72	75	69	71	73	65	70	60	70	61	79	81	77	71	86	15,3
—	24	65	68	62	65	65	63	64	62	65	61	67	71	63	65	69	15,0
—	25	—	72	—	—	—	—	67	—	—	—	—	77	—	—	—	17,6
—	26	68	68	68	67	70	60	61	59	61	59	76	76	76	72	80	14,7
—	27	69	72	66	71	68	62	63	61	66	58	76	81	71	75	78	12,2
—	29	66	67	65	64	69	56	59	53	55	57	77	76	78	73	81	10,3
Mai	1	72	78	66	72	71	63	71	55	69	56	81	84	78	76	86	19,3
—	2	70	76	64	68	73	63	69	57	67	60	77	83	71	70	85	12,9
—	3	—	76	—	—	—	—	67	—	—	—	—	86	—	—	—	10,0
—	4	70	73	67	67	72	63	63	63	64	64	78	85	73	70	84	15,2
—	6	67	74	60	64	71	57	60	54	58	56	78	87	69	74	86	21,2
	7	—	[illegible]	—	61	—	—	—	[illegible]	60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	67	—	19,1

—	7	—	—	—	61	—	—	—	—	56	—	—	—	—	67	—	13,1
—	8	—	—	—	—	69	56	57	55	52	61	—	—	—	—	78	16,5
—	9	67	70	64	65	70	60	65	55	62	59	74	77	71	69	80	20,0
—	10	—	72	—	—	—	—	65	—	—	—	—	77	—	—	—	19,7
—	11	—	—	—	66	—	—	—	—	60	—	—	—	—	72	—	18,3
—	13	56	61	51	57	56	48	52	44	43	53	65	70	60	70	60	21,9
—	14	61	65	57	64	61	52	57	47	52	53	70	73	67	70	70	19,9
—	15	58	64	52	56	60	53	55	51	49	56	64	73	55	63	66	12,3
—	16	59	63	55	55	63	50	55	45	47	54	68	71	65	64	73	7,5
—	17	—	68	—	—	—	—	60	—	—	—	—	75	—	—	—	8,2
—	18	—	—	—	—	64	—	—	—	—	52	—	—	—	—	74	6,5
—	20	62	69	55	62	62	54	60	48	54	54	70	78	62	71	70	13,0
—	21	66	68	64	64	67	59	64	54	58	61	72	73	71	71	72	17,8
—	22	61	62	60	59	63	55	57	53	53	58	66	67	65	65	68	18,3
—	24	—	—	—	—	61	—	—	—	—	49	—	—	—	—	73	18,3
—	25	56	59	53	56	56	48	51	45	46	48	64	67	61	69	62	14,0
—	27	—	—	—	43	—	—	—	—	44	—	—	—	—	54	—	11,5
—	28	55	64	46	52	59	50	57	43	46	51	62	71	53	55	64	11,0
—	29	59	62	56	58	60	52	56	48	50	54	66	69	63	66	66	22,8
—	30	50	59	41	45	55	40	47	33	37	43	58	69	47	52	64	26,2
—	31	—	45	—	—	—	—	32	—	—	—	—	52	—	—	—	22,0

DATES.	ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h. du matin.
	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons	Filles.	
	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	
1895. Juin 1	—	—	—	45	—	—	—	—	36	—	—	—	—	52	—	22°,3
— 4	46	45	47	45	47	40	38	42	37	42	53	53	53	53	52	20,3
— 5	—	51	—	—	43	39	43	35	42	35	—	60	—	—	51	15,8
— 6	50	54	46	48	51	41	44	37	39	43	59	64	54	57	60	18,5
— 7	—	45	—	—	—	—	40	—	—	—	—	61	—	—	—	24,7
— 8	—	—	—	—	43	—	—	—	—	28	—	—	—	—	58	24,7
— 11	39	43	35	38	40	31	30	32	32	29	47	55	40	44	51	19,7
— 12	40	41	39	39	44	33	37	29	29	37	46	45	47	48	45	15,8
— 13	—	—	—	—	54	—	—	—	—	46	—	—	—	—	62	14,5
— 14	—	51	—	—	—	—	43	—	—	—	—	60	—	—	—	17,6
— 15	45	51	39	45	49	37	43	31	36	38	52	56	46	54	51	13,7
— 19	—	—	—	45	—	—	—	—	31	—	—	—	—	58	—	19,4
— 20	39	39	39	43	37	33	36	30	29	37	53	57	49	55	52	14,8
— 21	—	45	—	—	—	—	33	—	—	—	—	56	—	—	—	20,4
— 22	43	50	37	41	36	37	43	31	36	39	50	55	53	50	53	19,3
[illegible]	38	42	34	40	30	26	27	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	44	[illegible]	47	[illegible]

—	[illegible]	—	[illegible]	—	—	—		[illegible]	—	—	—	—	[illegible]	—	—	—	20,4
—	27	38	43	34	40	36	26	27	25	27	28	50	56	44	53	47	19,3
—	25	42	47	37	40	45	34	40	28	28	39	51	48	54	40	45	17.2
—	26	—	44	—	—	42	30	36	24	27	35	—	53	—	—	49	17,5
—	28	40	45	35	38	43	34	39	29	29	40	46	51	41	47	46	22,7
—	29	36	39	33	33	38	27	27	27	23	30	45	50	40	44	45	27,0
Juillet	1	23	31	15	20	26	16	23	9	13	20	27	39	15	28	32	22.4
—	2	39	43	35	37	40	26	28	24	23	30	51	58	44	52	50	19,3
—	3	—	36	—	—	34	28	25	31	27	29	—	48	—	—	40	19.0
—	5	—	45	—	—	43	31	34	27	27	36	—	54	—	—	51	16,7
—	6	—	—	—	37	—	—	—	—	27	—	—	—	—	46	—	17,1
—	8	40	47	33	37	43	32	38	26	25	39	45	55	35	48	47	22,7
—	12	—	—	27	—	32	24	27	24	19	28	—	—	35		36	17.5
—	13	29	32	26	26	32	22	24	20	18	25	36	40	32	33	39	16,1
—	15	26	27	25	28	24	20	22	18	21	19	32	33	31	35	29	16,7
—	17	28	33	23	25	30	24	29	19	21	28	34	37	25	29	33	23.3
—	18	—	—	—	—	27	—	—	—	—	25	—	—	—	—	29	18,4
—	20	34	33	29	30	31	29	29	29	27	29	34	37	34	34	33	16,1
—	23	—	—	—	—	28	—	—	—	—	34	—	—	—	—	22	19,8
—	24	23	26	20	20	26	20	24	16	13	27	26	29	23	28	25	16.7
—	25	21	21	21	20	24	15	14	16	15	15	28	29	27	25	31	20,3
—	27	—	—	—	—	21	-	—	—	—	22	—	—	—	—	20	21,5

DATES.	ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h du matin.
	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	Enfants.			Garçons.	Filles.	
	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	— Jour.	— Jour.	
1895. Juillet 29	22	24	20	19	24	10	25	11	13	24	25	23	27	26	24	15°,7
— 30	18	20	16	17	18	14	16	12	13	16	21	24	18	21	21	19,0
— 31	10	13	7	12	9	6	9	3	5	7	15	16	14	18	11	18,2
								Grandes vacances.								
Octobre 1	43	49	37	39	49	37	43	31	31	43	54	55	47	47	58	22,2
— 2	46	47	45	44	47	41	42	40	38	43	51	54	51	50	54	18,9
— 3	—	55	—	—	—	—	48	—	—	—	—	61	—	—	—	10,5
— 4	40	45	35	35	46	34	36	32	28	40	47	53	41	42	53	13,5
— 5	41	47	35	39	44	37	43	31	34	40	46	52	40	43	48	11,5
— 7	46	47	45	45	48	43	44	42	47	48	49	50	48	49	52	14,5
— 8	40	46	34	36	46	36	42	30	27	45	45	48	42	45	44	11,5
— 9	49	50	48	47	51	46	47	45	40	51	53	53	53	55	50	11,8
— 10	—	52	—	—	55	—	46	—	—	—	—	56	—	—	—	11,4
— 11	—	—	—	47	—	—	—	—	57	—	—	—	—	36	—	10,6
— 12	50	55	45	48	53	55	59	54	53	57	46	54	44	43	48	12,0

— 14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	53	49	[illegible]	51	40	51	[illegible]	[illegible]	52	51	53	12,4
— 15	53	55	51	50	56	48	48	48	45	50	58	63	55	55	62	12,3
— 16	53	56	50	53	53	49	52	46	48	50	57	60	54	57	56	12,2
— 17	—	58	—	—	—	—	55	—	—	—	—	61	—	—	—	10,0
— 18	—	—	—	—	55	—	—	—	—	51	—	—	—	—	59	10,5
— 19	54	58	50	52	56	50	50	50	43	55	58	65	54	61	57	8,7
— 21	52	57	47	50	55	51	55	47	46	55	54	59	49	53	55	8,8
— 22	51	56	46	49	55	48	52	44	40	55	56	60	52	55	56	9,2
— 23	—	—	—	—	52	—	—	—	—	51	—	—	—	—	53	6,1
— 24	—	54	—	—	—	—	49	—	—	—	—	57	—	—		6,3
— 25	54	57	51	52	55	52	55	49	49	56	55	59	51	55	53	5,9
— 26	53	57	49	52	54	46	48	44	41	51	60	65	55	63	57	1,8
— 28	52	57	47	49	55	49	53	45	42	56	55	60	50	55	54	4,6
— 29	50	52	48	46	55	43	46	40	37	49	57	59	55	54	60	4,5
— 30	49	49	49	44	54	42	43	41	35	50	56	56	56	54	59	7,1
Novembre 2	—	—	—	—	—	45	45	45	38	51	—	—	—	—	—	6,1
— 4	50	54	46	47	53	47	48	46	41	52	53	59	47	52	54	10,4
— 5	50	52	48	45	57	43	46	40	37	50	58	59	57	53	63	10.6
— 6	49	50	48	43	54	42	43	41	35	50	55	57	53	52	58	14,0
— 7	—	53	—	—	—	—	4	—	—	—	—	61	—	—	—	12,7
— 8	52	56	48	49	54	48	53	43	42	55	55	59	54	57	53	13,3

DATES.	ÉCOLES.					CLASSES INFÉRIEURES.					CLASSES SUPÉRIEURES.					TEMPÉRATURES observées journellement à Anvers, à 10 h. du matin.
	Enfants.			Garçons. —	Filles. —	Enfants.			Garçons. —	Filles. —	Enfants.			Garçons. —	Filles. —	
	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Jour.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Jour.	
1895. Novembre 9	54	62	46	50	59	48	57	39	42	54	61	68	54	58	63	16°6
— 11	58	64	52	53	63	53	57	49	46	59	62	68	55	57	67	12,8
— 12	56	65	47	48	63	49	57	41	37	60	62	69	55	59	65	9,7
— 13	59	61	57	54	64	52	56	48	46	59	66	67	65	63	68	10.5
— 14	—	59	—	—	—	—	53	—	—	—	—	65	—	—	—	9,5
— 19	61	64	58	56	67	57	61	53	52	62	66	67	65	61	71	4,5
- 20	61	64	58	52	70	57	61	53	48	65	65	70	60	55	75	6,7
— 21	—	65	—	—	—	—	60	—	—	—	—	70	—	—	—	6,5
— 22	63	65	61	57	70	60	63	57	55	65	66	67	65	58	74	4,4
— 23	58	59	57	53	63	51	51	51	46	56	65	68	62	60	70	4,9
— 25	67	70	64	60	75	64	67	61	56	72	70	73	67	63	77	1,4
— 26	63	66	60	61	65	58	62	54	55	60	68	69	67	66	70	-0,3
— 27	61	67	55	54	69	58	61	55	48	67	65	72	58	60	71	2,5
— 28	—	63	—	—	—	—	56	—	—	—	—	71	—	—	—	5,7
— 29	64	66	62	59	69	59	62	56	54	64	69	70	68	64	74	5,8
— 30	61	61	61	55	66	55	54	50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	68	64	61	71	[illegible]

— 30	61	61	64	55	66	55	54	56	49	61	66	68	64	61	71	9,3
Décembre 2	71	74	68	64	78	67	70	64	69	74	74	79	64	67	81	6,5
— 3	61	68	54	54	68	55	60	50	48	62	67	76	58	60	74	8,0
— 4	65	69	61	59	74	60	64	56	57	63	50	73	67	63	78	6,4
— 5	—	64	—	—	—	—	53	—	—	—	—	76	—	—	—	11,2
— 6	67	68	66	63	70	60	63	57	59	61	73	73	73	67	79	9,7
— 7	61	64	58	54	68	50	53	47	41	59	72	76	68	67	76	6,8
— 9	72	70	74	68	75	65	66	64	63	67	79	83	75	74	83	2,3
— 10	65	65	64	59	69	60	62	58	57	63	68	70	66	61	75	7,7
— 11	72	71	73	67	77	68	65	74	64	72	76	78	74	69	82	3,4
— 12	—	76	—	—	—	—	71	—	—	—	—	81	—	—	—	—
— 13	68	74	65	64	73	62	64	60	59	66	75	78	72	71	80	4,7
— 14	66	73	59	57	75	57	68	46	48	66	74	79	69	66	83	5,9
— 16	66	71	61	62	69	62	68	56	59	66	78	74	82	66	73	3,1
— 17	70	72	68	62	78	65	70	60	57	72	65	70	60	66	83	3,2
— 18	72	74	70	66	77	65	66	64	63	68	78	83	73	70	86	0,6
— 19	—	75	—	—	—	—	72	—	—	—	—	78	—	—	—	0,3
— 20	69	74	67	65	73	66	64	68	65	68	72	77	67	66	78	1,9
— 21	66	69	63	64	70	65	63	67	61	70	68	76	60	66	71	2,5
— 23	72	78	66	67	78	70	74	66	64	77	74	83	65	70	79	-0,5

Vacances de nouvel an.

Résultats expérimentaux en °/₀.

Mois de décembre 1895; reproduction des chiffres *in extenso.*

DATES.	ÉCOLES.									CLASSES INFÉRIEURES.									CLASSES SUPÉRIEURES.									TEMPÉRATURES.
	Enfants.			Garçons.			Filles.			Enfants.			Garçons.			Filles.			Enfants.			Garçons.			Filles.			
	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	Jour.	Matin.	Soir.	
1895. Décembre 2	71	74	68	64	69	59	78	80	76	67	70	64	60	65	55	74	75	73	74	79	69	67	72	62	81	85	77	6°,5
— 3	64	68	54	54	62	46	68	76	62	55	60	50	48	56	42	62	66	58	67	76	58	60	70	50	74	82	66	8,0
— 4	65	69	61	59	64	54	71	73	69	60	64	56	57	62	52	63	66	60	70	73	67	63	66	60	78	81	75	6,4
— 5	—	64	—	—	54	—	—	74	—	—	53	—	—	45	—	—	61	—	—	76	—	—	64	—	—	83	—	12,2
— 6	67	68	66	63	62	64	70	73	67	60	63	57	59	59	59	64	66	56	73	73	73	67	67	67	79	80	78	9,7
— 7	61	64	58	54	58	50	68	71	65	50	53	47	41	44	38	59	61	57	72	76	68	67	72	62	76	80	72	4,8
— 9	72	70	74	68	71	65	75	77	73	65	66	64	63	63	63	67	69	65	79	83	75	74	80	64	83	86	80	2,3
— 10	65	66	64	59	61	57	69	71	67	60	62	58	57	61	53	63	63	63	68	70	66	61	60	62	75	80	70	7,7
— 11	72	71	73	67	63	71	77	78	76	68	65	71	64	62	66	72	69	75	76	78	74	69	69	69	82	87	77	3,4
— 12	—	76	—	—	69	—	—	82	—	—	71	—	—	61	—	—	80	—	—	81	—		77	—	—	85	—	—
— 13	68	71	65	64	69	59	73	73	73	62	64	60	59	63	55	66	66	66	75	78	72	71	74	68	80	81	79	4,7
— 14	66	73	59	57	68	46	75	79	71	57	68	46	48	62	36	66	74	58	74	79	69	66	73	59	83	85	81	5,9
— 16	66	71	61	62	68	56	69	73	65	62	68	56	59	64	54	66	72	60	78	74	82	66	73	59	73	74	72	3,1
— 17	70	72	68	62	64	60	78	80	76	65	70	60	57	63	51	72	76	68	65	70	60	66	65	67	83	84	82	3,2
— 18	72	74	70	66	72	60	77	77	77	65	66	64	63	68	58	68	64	72	78	83	73	70	76	64	86	89	83	0,6
— 19	—	75	—	—	72	-	—	79	—	—	72	—	—	70	—	—	74	—	—	78	—	—	73	—	-	84	—	0,3
— 20	69	71	67	65	66	64	73	75	71	66	64	68	65	61	69	68	68	68	72	77	67	66	71	61	78	82	74	1,9
— 21	66	69	63	64	65	63	70	74	66	65	63	67	61	59	63	70	67	73	68	76	60	66	71	61	71	81	61	2,5
— 23	72	78	66	67	75	59	78	82	74	70	74	66	64	69	58	77	78	76	74	83	65	70	80	60	79	86	72	−0,5

V.

L'aspect des tableaux précédents permet de conclure définitivement :

1° Que l'attention volontaire des enfants est en raison inverse de la température atmosphérique : elle est plus forte en hiver qu'en été;

2° Qu'elle est plus grande pour les classes supérieures que pour les inférieures ;

3° Qu'elle est plus élevée chez les filles que chez les garçons et que la différence entre les deux est plus forte en hiver;

4° Qu'elle diminue de 8 $^1/_2$ à 11 heures et de 2 à 4 heures; que celle de 2 heures est supérieure à celle de 11 heures, mais toujours inférieure à celle de 8 $^1/_2$ heures.

VI.

J'ai dit page 319, que j'avais quelques remarques intéressantes à faire au sujet des attaques respiratoires (tousser, éternuer, etc.). Les chiffres que j'en ai récoltés ne montrent que vaguement certaines régularités, notamment en ce qui concerne leur rapport avec le degré de la force de l'attention volontaire; ils paraissent plus élevés quand l'attention est forte. Mais leur enregistrement présente de très sérieuses difficultés, attendu qu'il est souvent impossible de déterminer de quel élève émane le phénomène respiratoire. Cependant, comme les chiffres que plusieurs instituteurs et institutrices ont bien voulu récolter sur mes indications sont régulièrement inférieurs, et de beaucoup, à ceux que j'avais l'occasion d'annoter moi-même dans des conditions moins favorables, il paraît s'établir ici ce que d'autres ont pu observer, avant moi, sur des cas isolés : *que les efforts d'attention ont une action directe sur les organes de la respiration.*

Il y a là probablement une base de mesure sur laquelle j'aurai peut-être l'occasion de revenir.

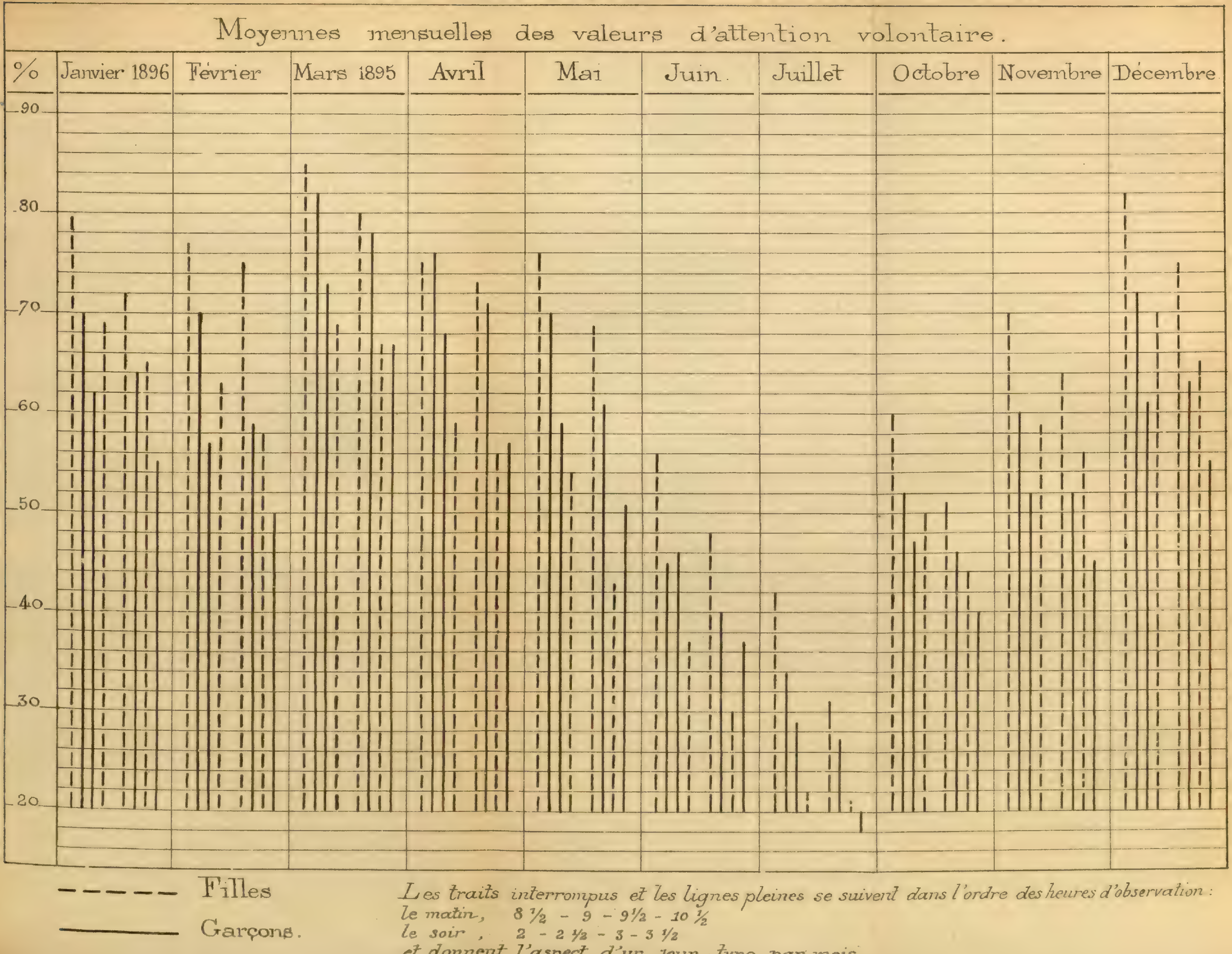
Dans une prochaine communication, je me propose de parler de l'irrégularité apparente qu'on observe dans toutes mes courbes au mois de mars, d'en expliquer notamment la raison d'être et l'origine; en même temps, j'espère pouvoir indiquer par quels moyens pratiques il serait possible d'atténuer la baisse considérable dans la force d'attention volontaire pendant les mois de l'été et à certaines heures de la journée.

Anvers, mai 1896.

M. C. Schuyten, Bull. de l'Acad, t. XXXII, N° 8, 1896. PL. I

Moyennes mensuelles des valeurs d'attention volontaire.

%
Janv.
Févr
Mars
Avril
Mai
Juin
Juilt
Oct.
Nov.
Déc
Temp.
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
20
30
40
Enfants
Courbe de la température; normale moyenne (corr) pour l'Europe (en 10mes réduite au 1/4)
Courbe de la température; moyenne d'Anvers (en 10mes réduite au 1/4)
vacances
vacances
Classes sup.
Classes inf.
Petites
Grandes
Filles
Garçons



Les traits interrompus et les lignes pleines se suivent dans l'ordre des heures d'observation :
le matin, 8 ½ - 9 - 9½ - 10 ½
le soir, 2 - 2 ½ - 3 - 3 ½
et donnent l'aspect d'un jour-type par mois.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 3 août 1896.

M. le comte Goblet d'Alviella, *vice-directeur,* occupe le fauteuil.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Wauters, le baron Em. de Borchgrave, P. Willems, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, T.-J. Lamy, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Vanderkindere, A. Giron, J. Vuylsteke, Ém. Banning, le baron J. de Chestret de Haneffe, H. Denis, G. Monchamp. *membres;* Alph. Rivier, J.-C. Vollgraff, *associés.*

CORRESPONDANCE.

La Classe prend notification de la mort de M. Ernest Curtius, élu associé en 1872, décédé à Berlin le 11 juillet 1896.

— M. le Ministre de l'Industrie et du Travail envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire de l'ouvrage intitulé :

Travail du dimanche, volume I : *Belgique, établissements industriels*. — Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Les élections en Espagne;* par Lefèvre-Pontalis, associé;

2° *a*) *Bruxellensia. Croquis artistiques et historiques; b*) *Le poison alcool; c*) *La loi de l'alcool;* par le Dr Van den Corput (présentés par M. Wauters, avec une note qui figure ci-après);

3° *Eene radicale hervorming in het onderwijs der moderne talen;* par Jean Wannyn;

4° *Poésies chrétiennes;* par le chanoine Toussaint;

5° *Un denier inédit de Pepin le Bref;* par le vicomte Baudouin de Jonghe. — Remerciements.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe des lettres, au nom de l'auteur, M. le docteur Van den Corput, sénateur, trois brochures, dont voici les titres :

Bruxellensia. Croquis artistiques et historiques, 1896, gr. in-8°.

La loi de l'alcool, discours prononcé au Sénat dans la séance du 13 mars 1896. Bruxelles, 1896, in-8°.

Le poison alcool, nouvelles considérations à propos de l'alcoolisme (extrait de la *Revue de Belgique*). Bruxelles, 1896, in-8°.

Dans la première de ces publications, M. le Dr Van den Corput revendique la paternité de l'idée de jeter, au-dessus de la rue de Ravenstein, un pont dans le genre du célèbre *pont des Soupirs* de Venise, pour relier ce qui reste de l'ancien *hôtel de Ravenstein* à la vieille habitation qui borde l'autre côté de l'escalier servant de prolongement à la rue. Sans vouloir examiner cette revendication, qui n'est plus dans les idées de notre temps, où, malgré les beaux discours que l'on débite en faveur de la propriété littéraire, le communisme, en fait d'idées, semble appelé à devenir la règle ou la loi, je me bornerai à appeler l'attention de la Classe sur cet essai de reconstitution d'un coin du vieux Bruxelles, en déplorant toutefois qu'on ne veuille restaurer ce dernier qu'à condition d'y introduire des modifications dont le résultat le plus clair sera d'en modifier complètement le caractère.

Alphonse Wauters.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

L'interprétation du Yi-king. — La version mandchoue et ma traduction ; par C. de Harlez, membre de l'Académie.

SOMMAIRE :

I. Introduction. — II. Préface de l'empereur Kien-long (français et mandchou). — III. Traductions comparées avec texte mandchou. Kuas 1, 5, 7, 13, 48, 64, 3. — IV. Nature et emploi du Yi-king; son origine.

I. — Introduction.

Lorsque l'Académie royale de Belgique me fit l'honneur, il y a huit ans, de publier ma traduction du Yi-king, la première basée sur le système rationnel commun à toutes les interprétations, bon nombre de sinologues se rendirent à l'évidence du principe. D'autres, surpris de cette nouveauté, hésitèrent; quelques-uns, intéressés à la chose, contestèrent la justesse de la méthode. Depuis lors, je pus démontrer, par les rares exemples retrouvés dans les vieilles annales, que c'était bien ainsi que les anciens Chinois considéraient ce livre prétendument mystérieux (1).

Cette année même, je publiai une seconde édition (en anglais) (2) de ma version, afin de donner dans celle-ci un sens littéral plus précis (la première avait été plus ou moins explicative) et, en même temps, quelques extraits du texte avec traduction en regard pour démontrer l'exactitude de cette traduction (3).

Toutefois, on pouvait encore se demander si c'était bien là le sens que les Chinois attribuent eux-mêmes à leur livre d'horoscopie et si le fait ne pouvait pas contredire la théorie la mieux conçue. C'est pour cela que depuis huit ans aussi je cherchais à me procurer une version du Yi-king faite par les Chinois eux-mêmes, c'est-à-dire la version mandchoue de ce livre. Enfin, j'ai eu la bonne fortune de mettre la main sur cette œuvre tant recherchée, et celle-ci est d'une autorité décisive, car elle a été composée par les plus savants docteurs de la Chine, sur l'ordre et sous la direction de l'empereur Kien-long lui-même, qui a voulu en écrire la préface de sa main.

Or, cette version coïncide entièrement avec la mienne, et quant aux principes et quant aux détails même de l'exécution. En effet :

1° Il y est fait abstraction complète des divagations philosophiques que l'on donne ordinairement comme des commentaires du texte et qui n'ont trait qu'aux figures, ou qui sont des spéculations sur le Yin et le Yang.

---

(1) Voir le *Journal asiatique*, 1890.

(2) *The Yi-king, a new translation from the Chinese*. London. (Manuscrit français, traduit en anglais par le Rév. J. Val d'Eremao.)

(3) Voir le *Toung-pao*. Juillet 1896.

2° Les en-tête des chapitres sont traités, non comme des mots vides de sens, noms propres des figures, mais comme les mots de la langue et les sujets des diverses sections.

Ainsi, il ne s'agit nullement de kuas *Kien*, *Kwan*, *Tun*, *Meng*, etc., mais de *gulun*, principe actif, *dahasun*, principe réceptif, *jobon*, obstacle, *eihun*, grossièreté, inintelligence, etc., etc.

3° Il n'y a aucune relation entre les sentences du texte et les lignes des kuas, mais uniquement un rapport de numérotage et de distinction des lignes pleines et coupées, désignées par les chiffres conventionnels 9 et 6. Comme, par exemple :

Sucungga uyun, 1re pleine (litt. 9) ; *jai ninggun*, 2e coupée (litt. 6), etc.

4° Les sentences sont traduites, non comme des lambeaux de phrases informes, mais comme des propositions ou phrases le plus souvent complètes et se référant au sujet indiqué par le mot placé en tête du chapitre. Or, ce sont là tous les principes qui m'ont guidé dans mon interprétation.

5° Enfin, la version mandchoue et ma traduction coïncident dans l'ensemble et dans les détails d'une manière complète. Les rares différences que l'on y rencontre proviennent tout naturellement de la multiplicité des sens des mots chinois et du vague de la terminologie de la langue de l'Empire des Fleurs. On en verra plus loin quelques exemples (1).

---

(1) Voir au kua I et à la fin du chapitre II.

Mon interprétation n'avait donc rien d'arbitraire ; c'est, j'ose le dire, la traduction naturelle et vraie du Yi-king ; rien de plus, rien de moins.

Cela est d'autant plus certain que la version mandchoue, comme le prouvent les nombreux idiotismes chinois qu'elle présente, a été faite plutôt par des Chinois connaissant le mandchou que par des Mandchous possédant le chinois. Ainsi le régime est mis avant le verbe sans particule indicative (1), la forme verbale indéfinie en *-mbi* remplace le conditionnel, etc.

Quant à la conformité de ma traduction avec celle que les savants chinois ont faite eux-mêmes de leur livre, nous mettrons tout le monde à même d'en juger en comparant quelques extraits choisis de part et d'autre et tout au hasard. C'est spécialement pour démontrer l'absence de choix intéressé que nous avons pris le premier et le dernier *Kuas* parmi nos exemples. Les différences, très légères du reste, proviennent surtout, comme je l'ai dit plus haut, du caractère vague de la phrase chinoise, qui indique les idées et non leur liaison (2) ; pour ces vieux livres, les Chinois mêmes hésitent souvent sur l'intention des auteurs.

Mais avant de produire nos preuves, nous devons donner à nos lecteurs la préface du célèbre empereur que l'on a justement qualifié de « premier lettré de son empire ».

---

(1) Ainsi *tamse howajambi* rend *lei khi ping* (ou : renverse le seau).

(2) En outre, les mêmes mots sont noms, adjectifs, verbes, etc. Le verbe est sans temps ni mode. Ainsi le Chinois dit : « Rapport sincère, danger(eux), sans dommage », que l'on doit traduire : « Si les rapports sont sincères, bien qu'il survienne un danger, il n'y aura pas de dommage » ; ou bien : « Quand les rapports .... si même il y a danger, etc., etc » (Voir plus loin.)

Cela fait, nous pourrons déterminer d'une manière brève et précise, mais claire et certaine, la nature, le but et l'emploi du Yi-king. On ne pourra plus dire, comme au temps de Voltaire : « Un livre qui s'explique de six manières différentes est certainement dépourvu de sens,» car il ne restera plus qu'un seul mode d'interprétation.

II. — PRÉFACE DE L'EMPEREUR KIEN-LONG.

Depuis que les interprètes des *kings* ont commis la faute de ne plus en chercher l'explication complète, des interprétations erronées ont vu le jour par cette cause. Il en est ainsi de tous les livres chinois, mais tout autrement des versions mandchoues.

Quant au texte authentique des six *kings* en chinois, on n'a point cherché à en pénétrer le sens en comparant les textes dont on pouvait cependant recueillir utilement et faire concorder les termes. Aussi les lettrés s'entretinrent entre eux dans leurs idées préconçues, contredisant les principes, s'écartant des sources. Il en résulta que, peu à peu, les commentaires seuls furent intelligibles, mais que les textes eux-mêmes des *kings* devinrent obscurs et incompris. Il arriva ainsi que les lettrés, dans leur erreur obstinée, considéraient la perte des livres comme chose indifférente (1).

Par contre, les livres mandchous enseignés sont clairs dans leurs détails. Les lettres répondant aux sons, aux mots, un à un, on peut ainsi mettre en rapport les différents termes, le vrai et le faux, pénétrer et faire connaître le sens fondamental.

---

(1) Litt. : prétendaient que si on brûlait les livres, ils subsisteraient encore. *Nasaha* = Ch. *fa*. (105.7).

Aussi, dès qu'un livre en cette langue a paru, si on lit seulement une fois, en l'y comparant, le texte originaire, il n'est plus besoin de commentaire; la pensée cachée sous les mots apparaît claire dans toute sa profondeur. S'il en est ainsi de tous les *kings* en général, c'est bien plus évident encore du Yi de Tcheou. Car ce livre parfait la manifestation du cœur des quatre saints (1) et ouvre la source des textes et des termes, des pensées de tous les âges. (Il nous fait connaître clairement) les sages d'autrefois (et leurs maximes) qui, s'y manifestant clairement, enseignent sagement (leur descendance).

A bien en considérer le tout et chaque partie, il n'y a que trois choses : les principes (2), les formes (3) et les nombres (4), mais rien au delà. Les commentateurs ont commencé tous par là, sans dévier de ce principe.

Tcheng-tze et Shao-tze (5), d'une science profonde, ont envisagé de cette manière les textes principaux à expliquer. Après eux, on a mis au premier rang la recherche des principes et l'on est tombé dans le vide et le vain.

Ceux qui, d'autre part, ont mis les figures et les nombres au-dessus de tout se sont égarés dans des voies détournées.

---

(1) Les empereurs Shun et Yu, Tcheou-kong, frère de Wou-Wang, et Kong-fou-tze.

(2) Les idées exprimées dans les sentences du Yi-king.

(3) Les hexagrammes qui figurent en tête de chaque chapitre.

(4) Le chiffre d'ordre des six lignes et surtout leur qualité de pleine ——— ou coupée — —, désignée conventionnellement par les chiffres 9 et 6.

(5) *Tcheng-tze,* célèbre philosophe du XI^e^ siècle (1032-1085), fondateur de l'École moderne. *Shao-tze,* (1011-1077), célèbre par un commentaire du Yi. Voir mon livre : *L'École philosophique moderne de la Chine.* (MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XLVII.)

Si, au contraire, on s'attache fidèlement au texte pour le commenter et qu'ainsi l'on cherche des termes appropriés, un sens contenu certainement dans le texte, comment rencontrerait-on encore des difficultés ?

Si l'on étudie à loisir les anciennes interprétations, malgré leur vaste étendue, on trouvera que les noms des kuas, les textes des commentaires *Twan, Siang, Hi-tze, Shwo-kua*, *Sze-kua* et *Li-kua* (1) ont été expliqués seulement quant aux sons chinois et que le sens n'en a jamais été éclairci. C'est pourquoi, désirant être utile aux étudiants futurs, Nous avons chargé les fonctionnaires de l'Office de traduction, après avoir achevé le *Shu-king*, d'étudier avec soin le *Yi-king*. Puis, travaillant sans épargner nos peines répétées, souvent jusqu'au milieu de la nuit, nous avons fait exécuter cette œuvre point par point et d'une manière sûre. Alors, les figures et les nombres étant élucidés, leurs complications ne rebutent plus. L'essentiel du sens des sentences étant éclairci, leur simplicité, leur convenance ne laissent plus paraître de défaut. Ainsi pour tous les chapitres, pour toutes les sentences, l'explication fut complète.

Il n'y a donc plus lieu de s'en tenir encore aux commentaires de Tchiao-kan, de Wang-pi (2), ni aux livres merveilleux de Yang-hiong, ni à ce qui a été écrit sous les Wei, les Yuen ou les Song, ni aux autres ouvrages, insignifiants ou erronés, dont les auteurs ont voulu scruter le vide ou pénétrer jusqu'aux suprêmes hauteurs. Il n'y a plus lieu d'en tenir compte.

---

(1) Les commentaires adjoints au texte dans toutes les éditions modernes. Voir mon *Yih-king*. (Ibid., t. XLVII.)

(2) Célèbres commentateurs du dernier et du IIIe siècle A. C.

Aussi, pour expliquer le texte originaire, il n'y a plus qu'à rejeter toute espèce de commentaires (antérieurs) (1) et à s'attacher au sens fondamental primitif (du livre, que donne la traduction mandchoue). En tout cas, on n'y arrivera pas en employant un commentaire sans discernement.

J'ai fait cette préface quand le livre a été achevé.

Du K'ien-long, la 30^e^ année, au mois médial de l'automne (1765).

Texte mandchou.

Nomun tacire urse, hon sume ulhire be bairako ufaracun bihe ci, muritai sume ulhire gisun teni ereci banjinahabi. Nikan bithe gemu uttu; manjurame ubaliyamburengge ereci encu. Nikan bithe oci ninggun nomun i toktoho gisun be, ici acabume teodenjeme baitalame; terei gonin be s'umilame ulhire be baiburakô. Terei gisun be inu ainame acanjame gaici ombi. Amala ishunde buhiyeme gisurenduhei, da be jurceti sekiyen ci aljafi, ulhiyen i suhe gisun getuhen oho gojime, nomun i jorin buruburе de isinafi, murtashôn be tuwancihiyara urse bithe be deijici, bithe taksimbi seme nasaha bihebi.

Manju bithe oci, neileme tuciburengge narhòn getuken ofi emu gisun emu hergenci aname, untuhun yargiyan be teherebume acanabume, da sekiyen be hafukiyame tuciburakòngge ako.

Fiyelen banjiha manggi, damu da bithe be tuwame emgeri hôlaci, suhe hergen baiburako; somishòn gònin shuwe hafu yooni tucinjimbi. Geren nomun gemu uttu bime, jeu gurun i jijungge nomun ele iletu. Ainci jijungge nomun bithe duin enduringge mujilen i ulan be yonggiyafi tumen jalan i bithe hergen i sekiyen be neihengge. Nenehe

---

(1) Litt. : on y arrivera en n'employant pas un seul, etc.

saisa aifini getukeleme tucibume leolehebi. Terei shoshohon be kimcici, giyan, arbun, ton ere ilan hacin ci tucinerako.

Nomun be sure urse, uthai uttu tuttu seme memereme deribuhebi. Tcheng tze, Shoo tze, hafuka saisa bime, hono meimeni cohotoi taciha babe tuwakiyaha bihe kai. Ereci fusihôn urse, giyan be da ararangge, uthai untuhunde dosinambi. Arbun, ton be da ararangge embici shudere de ufarambi; nomun be dahame suhen sindafi gisun boljonggo jorin baktambuhangge be baiki seci, ai yala yala absi mangga ni.

Sholo de fe ubaliyambuha bithe be tuwaci, amba dursun emgeri tuwarame baktambuha bicibe, damu Jijuhan i gebu, Lashalaha ulabun.......... i jergi gisun be an i nikan hergen i mudan de acabume araha, umai gonin gaime ubaliyambuhako.

Tuttu, Bi amaga tacire urse de tusa okini seme, bithe ubaliyambure booi ambasa de afabufi, dasan i nomun be icihiyame wajiha manggi, jijungge nomun be gônin akômbume fukashame kimcime, ilhi aname narhôshame ubaliyambufi, tuwambume wesimbubufi, dabtame sibkire be eimenderako, kemuni dobori dulin de isitala, toktobume dasaha. Ede arbun, ton iletu ofi umesi largin bime eimeburako. Giyan i oyonggo ba getuken ofi, umesi ja umesi boljonggo bime dabanarako; uthai fiyelen gisun i dorgide sume giyangnarangge baktambuhabi. Udu Jiyoo K'en, Wang bi i araha jurgan kooli be seme, memereci ojorako bade, Yang hiong ni araha amba ferguwecuke nomun, Wei, Yuen, Song ni araha eikengge baktabun i bithe, jai kumdu be somibuha, ten be hafumbuha bithei kooli durun i subsi suwaliyata ningge be, geli ai dabure babi.

Ereni bithe be neileme tucibure ohode geren hacin i suhen be ashôme waliyafi, gemu ini cisui da gônin be dahôbuci ombi dere, Eiterecibe emu suhen be suwalyanajame baitalahako de bahangge uttu.

Bithe shangnaha be dahame shutucin araha.

Abkai Wehiyehe gosici aniya bolori dulimba i biya.

III. — TRADUCTION DE LA VERSION MANDCHOUE ET TEXTE.

Kua I. — GULU. *Principe actif, fort; ciel.*

Hexagramme ䷀ 乾 Principe actif, dessus et dessous.

TEXTE I. — Principe actif : originaire, développant, tenant convenablement, donnant la perfection (1).

TEXTE II. 1re ligne pleine (2). — Dragon caché dans l'abîme ne peut être mis en action (3).

2e ligne pleine. — Le dragon qui se manifeste est dans les champs. C'est le (temps) convenable pour aborder les grands, le chef.

3e ligne pleine. — L'homme supérieur tout le long du jour est actif, vigilant. Pendant la nuit il est (encore) attentif, craintif. S'il survient un danger, c'est sans reproche (ou : sans dommage).

4e ligne pleine. — S'il se soulève, s'agite dans l'abîme, il est sans nuisance.

5e ligne pleine. — Le dragon volant est dans le ciel.

6e ligne pleine. — Le dragon gagnant le dessus par force, il y a regret, dommage.

Bien que beaucoup de dragons se montrent, s'ils sont sans tête, c'est un présage heureux.

Mandchou. — 1. Butuha muduri ume baitalara.
2. Iletulehe muduri tala de bi. Yekengge niyalmabe acaci acangga.
3 Ambasa saisa inenggidari seremsheme —, Yamjidari olhoshombi Tuksicuke bicibe endebuku akô.

---

(1) *Ikengge, hafungga, acangga, jekdungge* (*baita i cikten* et *baita be mutembi,* achève)

(2) Litt. : neuf, nombre du yang.

(3) Litt. : ne faites pas agir. Les traducteurs ont adopté le sens prohibitif, peu usité; il n'y a pas de signe de ponctuation après *muduri* « dragon »; c'est lui qui est sujet logique. Litt. : « dragon abîmé ».

MA TRADUCTION DU TEXTE CHINOIS.

(En anglais.)

Kua I. — KIEN. *Principe actif, moteur, fort, céleste.*

TEXTE I. — Ce principe donne l'origine, développe, maintient et complète tout.

TEXTE II. — 1. Le dragon dans l'abîme est inactif, sans produit.

2. Le dragon qui se montre est dans les champs; il est opportun d'aborder les grands (1).

3. L'homme supérieur est actif et vigilant tout le long du jour. Même la nuit, il est attentif à son devoir. Le danger survenant ne produit aucun résultat fâcheux.

4. Le dragon qui s'agite dans l'abîme ne fait aucun tort.

5. Le dragon volant habite dans le ciel.

6. Le dragon qui se soulève, lutte (2), est cause de dommage, de regrets.

Voir (3) beaucoup de dragons sans tête est un heureux présage.

4. Ainci tunggu de godombi, endebuku akô.
5. Devere muduri abka de bi. Yekengge niyalma be, etc.
6. Dabanaha muduri; aliyacun bi.
7. Geren muduri iletulecibe ujularakô oci sain.

---

(1) Cela peut signifier aussi : « L'utilité, la bienfaisance montre le grand homme. » *Li kien ta jin* a les deux sens. *Li* = « avantageux » et « avantage; bienfaisance ». *Kien* = « voir » et « faire voir ».

(2) Ce mot a les divers sens donnés par les deux versions.

(3) Ou : « se montrant ». Les Chinois ont préféré cette tournure. *Kien* est aussi bien « voir » que « vu ». Le chinois n'a que « voir (ou : vu) dragon sans tête; bonheur ».

Kua V. — Su. Aliyan ䷄ 需.

Obstacle, *fermeté* dans le danger, endurance.

Texte I. — Qui est sincère et ferme (1) a brillant succès, achèvement heureux ; il peut traverser les grands fleuves, les grandes difficultés.

Texte II. — 1. *Fermeté* dans (les dangers de) la vaste étendue ; il convient d'user de constance, de fermeté ; (on sera) sans reproche, sans dommage.

2. *Fermeté* dans un banc de sable ; si même il y a des pourparlers (des difficultés), l'issue sera heureuse (à la fin, bonheur).

3. *Fermeté* dans une fondrière ; cela fait venir les voleurs.

4. *Fermeté* dans le sang (quand) on sort d'une caverne.

5. *Fermeté* quant au boire et au manger (aux banquets) ; si l'on est tempérant, ce sera bonheur.

6. En entrant dans une caverne ; trois hôtes non invités arrivent ; si on les traite avec respect, la fin sera heureuse.

Mandchou. — I. Aliyan, unenggi bi (1) ; eldengge hafungga, jekdungge sain. Amba bira be dooci acangga.

II. 1. Tala de aliyambi (1), entehen be baitalaci acangga, endebuku ako.

2. Yonggan de aliyambi ; majige gisun bi seme, dubede sain.

---

(1) Forme personnelle sans sujet, répondant à une proposition générale, hypothétique.

Kua V. — Su. *Obstacle, fermeté dans le danger.*

Texte I. — L'homme droit et ferme aura un brillant succès et un heureux achèvement; il saura traverser les grandes difficultés.

Texte II. — 1. Fermeté dans le danger dans une contrée lointaine, étendue. Avec prudence et fermeté, on en sortira sans dommage.

2. Fermeté (obstacle) sur un banc de sable, un récif; on pourra en sortir avec quelque peine (quelque pourparler).

3. Fermeté dans une fondrière. Les voleurs survenant atteindront.

4. Fermeté dans le sang; en sortant d'une caverne.

5. Fermeté à des banquets; on sera heureux, si l'on est modéré.

6. Fermeté en entrant dans une caverne. Si l'on rencontre subitement même trois hommes non attendus et qu'on les traite avec égard, le bonheur suivra à la fin.

3. Lifahan de aliyambi, hôlha be jibumbi (1).
4. Senggi de aliyambi, yeruci tucimbi.
5. Nure jeku i aliyambi, jekdungge sain.
6. Yeru de dosimbi, solihako antaha ilan niyalma jimbi. ., ginguleci dubede sain.

---

(1) Cette phrase en chinois peut avoir deux sens 致寇至 « faire les voleurs venir », ou bien : « les voleurs arrivant atteignent ».

Kua VII. — Sze, cooha ䷆ 師.

Chef, armée, foule.

Texte I. — Le chef (1) parfait est heureux et sans faute.

Com. *Twan. Sze, cooha*, c'est la *foule*. Sa perfection est la rectitude. Il peut ainsi rendre le peuple juste, il peut être roi. (Ainsi) le fort est au terme et atteint son but. S'il tombe dans un danger, il se conforme aux circonstances ; et si même il ravage le monde, le peuple se soumet ; il réussit. Ainsi comment aurait-il du regret?

Texte II. — 1. Si une armée entre en campagne, suivez les lois. Si elle n'agit pas bien, elle aura malheur.

2. Si (le chef) est à l'armée et en est le milieu (2), il y aura bon succès et pas de faute. Le roi doit faire descendre ses ordres trois fois.

3. Si, à l'armée, (il est comme) un cadavre (3) dans quelque char, c'est fatal.

Mandchou. — I. Jekdungge sengge niyalma (1) sain. endebuku akò.

Com. Cooha sehengge. geren be. Jekdungge sehengge. tob be ; geren be tob obume muteci, han oci ombi. Gangga. dulimba bime teisulehebi. Olhocuka de yabumbime, dahashòn. Ereni abka-i fejergingge be jobobucibe, ergen dahambi ; sain ombi. Geli ai endebuku ?

---

(1) Senior = *Tchang-jin*. – *Sengge niyalma*.

(2) Ou bien : est au milieu (moral). Mais le Comm. siang prouve qu'il s'agit de la position du chef 中行.

(3) La sentence prouve que c'est bien le sens.

Kua VII. — *Chef, armée, foule, peuple.*

TEXTE I. — Le chef expérimenté est heureux et ne commet pas de faute.

COM. *Sze* désigne le peuple dont le bonheur procède de la justice ferme. Par là on peut corriger le peuple et exercer le pouvoir. Ainsi le fort atteint son but. Dans le danger des guerres, il se conforme aux faits, il peut conquérir (ravager) le monde ; le peuple se soumet, il a le succès. Comment le chagrin l'atteindrait-il ?

TEXTE II. — 1. Une armée faisant la guerre selon (1) les règles, réussira. Si elle viole les lois, il lui arrivera malheur.

2. Si le chef est au milieu de ses troupes, tout réussira sans erreur. Il doit répéter ses ordres trois fois (pour être sûr d'être entendu).

3. S'il est comme un cadavre dans un char, ce sera fatal.

II. 1. Cooha tucici, fafun be daha. Sain ako oci, ehe ombi.

2. Cooha de bifi, dolimba oci, sain ; endebuku ako. Han ilan jergi hese wasimbumbi.

3. Cooha de, ememu sejen de giran tebumbi ; ehe.

---

(1) Le chinois signifie également « suivre » et « selon ».

4. Que l'armée fasse halte en se retirant; cela se fait sans faute (c'est bien).

5. Si la campagne a du gibier, il convient qu'on dise (1) de le capturer. (On le fera) sans faute. Le fils aîné, le prince héritier doit conduire l'armée (2). Si les cadets sont des cadavres dans leurs chars, bien que justes, il y aura malheur.

6. Le mandat du ciel appartient au grand prince, il institue un État, il établit une dynastie; un homme vulgaire (pour cela), ne l'employez pas.

4. Cooha bederefi tatambi, endebuku akô.

5. Usin de gurgu bi, jafanambi seci acangga; endebuku ako. Ahôngga jui de cooha kadalabu. Deote juse oci, sejen de giran tebumbi. Jekdungge bicibe, ehe.

---

(1) Tournure mandchoue.

(2) Litt. : Faites conduire l'armée par..., ou : Armée, sois conduite par...

4. L'armée doit faire halte et se retirer, pour éviter toute faute.

5. Si (l'armée est) dans une campagne pleine de gibier, il sera bien de le prendre. — Le prince héritier doit conduire l'armée et se tenir au milieu. Si les cadets sont comme des cadavres dans leurs chars (négligents et lâches), il y aura malheur.

6. Un grand prince qui a reçu mission du ciel, institue heureusement un État fort et sa dynastie. Un homme vulgaire ne peut servir à cela.

6. Amba ején de hese bi, gurun neimbi, boo bumbi. Buya niyalma ume baitalara (1).

---

(1) Ces phrases prouvent que le complément direct se construit aussi sans *be*. Le chinois a ma construction (*ta kiun yen ming*). Mais le génie du mandchou en nécessite une autre.

Kua XIII. — (TONG-JIN) NIYALMA I UHETUN (1).

Union des hommes ䷌ 同 人.

TEXTE I. — L'union entre les hommes, si elle existe (2) dans la campagne, elle prospère; on peut traverser le grand fleuve (des difficultés). Cela convient pour le perfectionnement de l'homme supérieur.

TEXTE II. — 1. L'union des hommes à la maison est sans regret.

2. Cette union dans la famille est sans cause de blâme.

3. En temps de guerre, (l'homme d'union) se retire dans le désert ou monte sur une grande hauteur, et pendant trois ans ne se lève pas de là.

4. Quand il est monté dans sa citadelle, on ne peut l'attaquer (3); c'est heureux.

5. L'homme de concorde pleure d'abord avec bruit, puis sourit. Les grandes armées parviennent à s'entendre et à se rencontrer (pacifiquement).

6. L'homme de concorde dans la banlieue (4) (au sacrifice *Kiao*) y est sans chagrin.

Mandchou. — I. Niyalma i untehun bigan de oci, hafungga. Amba bira be dooci acangga. Ambasa saisa jekdungge de acangga.
II. 1. Niyalma i untehun dukade oci, endebuku ako.
2. Mukōn de oci jabcacun ako.

---

(1) Construction erronée. Le chinois ne peut signifier que « homme d'union », *untehun i niyalma*.

(2) Cette construction conditionnelle prouve que les indicatifs en *mbi* peuvent et doivent se traduire de la même façon.

(3) L'homme de paix fuit les combats; il pleure des maux de la guerre, mais retrouve la joie quand il parvient à rétablir la paix.

(4) *Kiao*, lieu du sacrifice à Shang-ti.

Kua XIII. — *L'homme de concorde.*

Texte I. — Quand les gens de la campagne vivent en concorde, elle prospère et traverse les difficultés. L'homme supérieur atteint facilement sa perfection.

Texte II. — 1. L'homme de concorde, à la maison, sera sans regret.

2. (S'il va) dans sa famille, il sera sans blâme.

3. (Pour l'union) il cache ses armes et reste vigilant (1), il monte sur les hauteurs et pendant trois ans ne se lève pas de là.

4. Quand il est monté dans sa citadelle, on ne peut l'attaquer.

5. La concorde fait (que la joie succède aux pleurs), que l'on pleure, puis sourit. Ainsi les grandes armées (parties pour se combattre) se rencontrent pacifiquement.

6. L'homme de concorde, constant, sera sans peine au sacrifice de la banlieue.

3. Dain, hali de buksimbi den munggan de tafanambi, ilan aniya otolo dekderako.
4. Terei hecende tafafi, afame muterako, sain.
5. Niyalma i uhetun; onggolo ar seme sognombi; amala ijembi. Amba cooha etefi, ishunde acambi.
6. Niyalma i uhetun tada de oci, aliyacun ako.

---

(1) Ici encore la différence provient uniquement de la multiplicité de sens des mots chinois. La valeur totale est la même.

Kua XLVIII. — Tsing, hôcin.

Puits ䷯ 井.

Texte I. — On peut changer de place une ville, on ne peut pas changer un puits. On ne le perd point, on ne l'acquiert point. Ceux qui y vont, qui en viennent, disent : Un puits! Un puits! Si sur le point d'atteindre l'eau, mais avant que la corde y arrive, le seau est brisé, c'est un malheur.

Texte II. — 1. Un puits, s'il est sale, n'alimente pas; s'il est vieux, il n'a pas d'oiseaux.

2. Un puits troué donne passage aux petits poissons; un vase fendu laisse échapper l'eau.

3. Un puits boueux (1) n'alimente plus. Nos cœurs s'en affligent; on pourrait cependant s'en servir pour puiser de l'eau. Si le roi était intelligent, on pourrait généralement en recueillir la prospérité.

4. Si on construit bien un puits, on sera sans blâme.

5. Quand un puits est pur, on boit sa source fraîche.

6. Prendre l'eau à un puits (2) et ne pas le fermer, c'est être droit, sincère, fondamentalement bon.

Mandchou. — I. Hecen be guibuci ombi, hôcin be guibuci ojorako; ufararangge ako. jabsharangge ako. Genere jiterengge : hôcin ! hôcin sembi. Nikneme hamifi, futa, hôcin de isinara onggolo tamse hôwajambi ehe.

II. 1. Hôcin duranggi ofi jeterakô; hôcin fe ofi, gashan akô.

---

(1) 渫 signifie à la fois : nettoyé et sale, boueux. Le second sens est le seul possible; *bolgo* est ici un *lapsus calami* amené par le § 5.

(2) Le mot chinois *sheū* (66.2) signifie « recevoir, assembler » et « prendre » : « qui reçoit l'eau » ou bien « où on la puise ». De là les différences.

Kua XLVIII. — Tsing. *Puits.*

Texte I. — On peut changer de place une ville, mais pas un puits.

On ne peut le perdre ni l'acquérir. On y va, on y vient, on l'emploie comme puits (1). Si avant que la corde atteigne l'eau, on brise le seau, c'est malheur.

Texte II. — 1. Un puits boueux ne peut fournir la boisson (2) ; un puits vieux (desséché) n'a point d'oiseaux (ne les attire pas).

2. Un puits troué qui laisse passer les poissons ou dont le vase fêlé laisse échapper l'eau, ne peut plus servir.

3. Un puits boueux ne donne plus de l'eau (3). Nos cœurs sont affligés, car on pouvait puiser de l'eau et s'en servir. Si notre prince était éclairé, on pourrait en tirer de grands avantages.

4. Un puits bien construit est très utile.

5. Quand un puits est bien pur, on boit à sa source pure.

6. Un puits bien rempli et non recouvert, bouché, c'est le symbole de la sincérité et de la droiture.

2. Hôcin fiyenerefi nisuha de isinambi ; anggara hôwajafi sabdambi.
3. Hôcin bolgo bime jeterako de, mini mujilen hairambi. Muke gaire be baitalaci ombi. Han genggiyen oci uhei hôturi be alimbi.
4. Hôcin be sahambi, endebuku ako.
5. Hôcin bolgo, shakôrun sheri be jembi.
6. Hôcin i muke be gaimbi, butulerako, unenggi bi ikengge sain.

---

(1) Le texte a *tsing tsing*, qui peut signifier « puits, puits? » ou « employer comme puits ».

(2) Litt. : N'alimente plus.

(3) Texte différent.

Kua LXIV. — WEI TSI, SHANGGARA UNDE.

Non achevé, non réussi ䷿ 未濟.

TEXTE I. — Œuvre, entreprise inachevée; se continuant (comme) un jeune renard, ayant presque traversé un fleuve, se mouille la queue. Point de succès.

TEXTE II. — 1. Se mouiller la queue, l'enfoncer dans l'eau, c'est cause d'infortune.

2. Si on enfonce sa roue dans la boue (1) et qu'on la nettoie, c'est bien.

3. Si avant d'avoir achevé son œuvre on s'en va ailleurs, c'est mal. Si on se corrige, c'est bien.

4. Achever (2) est heureux, sans regret. (Ainsi Kao-tsong) répandant la terreur, attaqua la région des démons; au bout de trois ans, il acquit la possession parfaite d'un grand État.

5. La perfection est heureuse et sans regret (quand) dans l'éclat de l'homme supérieur il y a solide vérité; c'est heureux.

6. L'homme sincèrement vertueux quand il boit du vin est sans reproche. S'il y plonge sa tête, alors il perd la vérité de ce dire.

Mandchou. — I. Shanggara unde, hafungga; ajige dobi doome hamime, terei ucehen usihibumbi, acangga ba ako.

II. 1. Terei ucehen usihibumbi, jabcakun bi.

2 Terei tohoro faradambi, jekdungge oci, sain.

3. Shanggara unde de geneci ehe; jekdungge oci, sain.

4. Jekdungge oci, sain, aliyacun ako. Durgime guei fang ba be

---

(1) Traduction inexplicable; le mot chinois signifie « enlever ».

(2) Litt. : Si c'est achevé.

Kua LXIV. — Wei-tze. *Passage non achevé,* etc.

Texte I. — Succès compromis, œuvre inachevée, comme un jeune renard (en danger) en traversant une rivière se mouille la queue; ne réussit pas.

Texte II. — 1. La queue se mouillant dans l'eau, c'est une source de danger.

2. Si on enlève sa roue après le voyage, c'est bon succès.

3. Si avant d'avoir achevé son œuvre on cesse, c'est mal; si on se corrige, on triomphera des difficultés.

4. Heureux achèvement, sans regret, (est comme celui de Kao-tsong qui) attaqua la région des démons; après trois ans, il reçut sa récompense par la possession d'un grand État.

5. L'achèvement est heureux et sans regret quand la gloire du sage est pure et solide.

6. (1) Celui qui, sans détour, se plonge dans le vin, perd la droiture et le bonheur.

Com. Si celui qui boit du vin y plonge sa tête, c'est qu'il ne connait plus de mesure.

dailanara be baitalambi. Ilan aniya i dubede, amba gurun i shangnaha bahanbi.

5. Jekdungge oci sain, aliyacun ako. Ambasa saisa i elden de unenggi bi, sain

6. Unenggi bifi nure omire adali, endebuku ako. Terei uju usihibu tele, unenggi bi sehei uru be ufarambi.

Com. Nure omire uju usihibuci, inu kemun be sarkò kai.

---

(1) Phrase omise comme inutile.

Kua III. — JOBON.

Difficultés, arrêts, etc.

TEXTE I. — Difficiles commencement, développement, formation et achèvement. On ne peut agir utilement en quoi qu'on fasse (1). Il est bon (dans les difficultés) d'établir des princes vassaux (pour aider le souverain).

TEXTE II. — 1. Pour s'établir fermement, durablement, il faut persister dans l'équité; il convient d'établir des princes vassaux.

2. Arrêté par les difficultés, dans l'anxiété, comme un cheval attelé et mis au joug (2). Un malfaiteur est impossible s'il demande une fille en mariage. Une jeune fille vertueuse ne consent pas ainsi; (qu'elle ait patience). Après dix ans, elle se mariera (et sera mère) (3).

3. A la chasse au cerf, sans veneur, si le gibier entre dans une forêt, le sage pénétrant l'opportunité (4), estime que le meilleur est de l'abandonner. S'il va à sa suite, il en aura repentir.

Mandchou. — I. Jobon, ikengge hafungga, acangga jekdungge. Ume yabure be baitalara. Goloi beise be ilibuci acangga.

II. 1. Aliyakiyame jibkeshembi, jekdungge de bici acangga. Goloi, etc.

2. Joboshoro adali, tathônjara adali, enjen i morin yaluha adali.

---

(1) MANDCHOU. Litt. : N'usez pas du agir

(2) Monté, tenu.

(3) Voir page 363, note 4.

(4) J'avais élagué ces branches inutiles.

Kua III. — T'un, *Difficultés, arrêt*, etc. (1).

Texte I. — Commencement, développement, etc., arrêtés : sans utilité en tout ce que l'on fait (2). Il est bon d'établir des princes vassaux.

Texte II. — 1. Pour s'établir durablement, on doit se maintenir intègre, il est bon d'établir des princes vassaux.

2. Arrêté par les difficultés comme un (guerrier dont le) cheval recule (3), comme une jeune fille vertueuse qu'un méchant demande en mariage ; elle doit refuser. Elle pourra même après dix ans se marier et être mère (4).

3. Si le gibier chassé entre dans une forêt, le sage aime mieux l'abandonner (que de s'exposer au danger). S'il y va, il aura du regret.

Bata ojorongge waka, niyama jafaki serengge. Sargan jui jekdungge ofi angga aljarako. Juwan aniya ofi teni angga aljambi

3. Buho be abalara de buthai niyalma ako de, bujan i dolo dosika adali, ambasa saisa nashôn be saci, waliyara de isinako.

---

(1) Je donne ce chapitre comme exemple d'interprétation un peu différente de passages dont le sens est vague et amphibologique.

(2) *Chin*. Sans utilité, sans action quoi qu'on fasse.

(3) Sens donné par Legge. C'est plutôt « retenu, contenu ». M. « monté », « tenu par son cavalier ».

(4) Constructions différentes de phrases vagues. Litt. : Pas un méchant épouser jeune fille vertueuse, pas se marier, être mère ; après dix ans alors le sera.

4. Si (une jeune fille) se marie après recherche régulière, si elle va ainsi, ce sera heureux.

5. Arrêt, difficulté, dans (le développement de) la sève d'une plante. (Dans les difficultés), l'achèvement (1) dans les petites réussit, dans les grandes, il échoue.

6. (Arrêté) comme un cheval mis au joug, on pleure à sang (2) (on sanglote).

4. Enjen i morin yaluha adali, niyaman jafara be baire geneci sain, acangga akôngge ako.

---

(1) Le mot chinois a ce sens, le mandchou se prête à la signification des mots chinois. Le chinois n'a que « en petit, en grand ».

(2) Terme chinois équivalent à sangloter.

4. Recherchée en mariage selon les règles, une jeune fille peut y aller, ce sera bien, cela lui sera avantageux.

5. Si la sève est arrêtée (dans une plante), si c'est en petit, l'achèvement (1) peut être heureux; si c'est en grand, il sera mauvais.

6. Arrêt, entrave comme (à) un cheval monté, caparaçonné, cela fait répandre des larmes à sanglots (2).

5. Simen de jobon ojorongge, ajige de jekdungge oci sain, amba de jekdungge, ehe.

6. Enjen i morin songgoro de sengge soksire adali.

---

(1) *Tcheng* = achèvement et intégrité.

(2) Dans ma traduction, j'ai changé l'ordre des sentences pour rétablir l'arrangement naturel et primitif.

On ne songera point, je pense, à contester l'identité des deux traductions, de celle qui nous provient des Chinois *eux-mêmes* et de la *mienne*. Deux versions d'un texte clair faites par deux traducteurs différents ne se ressembleraient pas beaucoup mieux. Les divergences proviennent, je le répète, de la multiplicité des sens des mots chinois et du vague, de l'amphibologie des phrases (1); elles se réduisent, du reste, à bien peu de chose.

Je crois donc, non sans raison, avoir gagné ma cause devant le public impartial. Il me reste à tirer les conclusions de ces prémisses, en ce qui concerne la nature du Yi-king.

IV. — LE CONTENU DU YI-KING ET SON MODE D'EMPLOI.

Le Yi-king est une collection de textes, de phrases servant à la divination. Il se compose de soixante-quatre chapitres ayant chacun un en-tête et un double texte : le premier formé d'une ou de plusieurs sentences constituant un ensemble, et le second, de six sentences séparées et numérotées; phrases complètes ou lambeaux de phrases.

L'en-tête comprend un mot désignant le sujet principal du groupe de phrases et une figure composée de six lignes droites superposées, dont les unes sont pleines et les autres coupées par le milieu; —— et — —.

---

(1) On sait que le même mot peut être nom, adjectif, verbe actif et factitif, participe, etc. Ainsi *Kien long* peut signifier « voir un dragon », « un dragon vu, se montrant », etc.

Quand on veut consulter le sort, on cherche une figure et dans cette figure une ligne pour tirer la réponse de la sentence correspondant, par son chiffre, à cette ligne.

La désignation de la figure et de la ligne qui indique l'oracle céleste, se fait de la manière suivante : on prend en main quarante-neuf branches de mille-feuilles (plante réputée intelligente) et par un certain jeu de ces baguettes, on trouve le chiffre d'un premier kua. Par le même jeu, très long et très compliqué, on cherche un second kua, et c'est la différence existant entre les lignes de ces deux hexagrammes qui indique la ligne et conséquemment la sentence que le sort donne comme réponse à la question posée.

S'il n'y a qu'une ligne différente, c'est celle du premier kua qui désigne la sentence-réponse. S'il y en a deux, c'est la plus haut placée qui l'emporte. Par exemple, si l'on tombe aux kuas ䷔ et ䷩, c'est la seconde ligne – – du premier qui détermine le choix de la sentence.

Les autres changements ont aussi leurs règles qu'il serait trop long d'exposer en détail. Pour le cas indiqué, il s'agit du kua XXI dont la seconde sentence porte : « Si on tenaille (un malfaiteur) et lui coupe le nez, c'est bien. » Cette réponse trouvée, c'est au devin à en expliquer le sens et à en tirer l'augure, qu'il dit favorable ou défavorable selon sa fantaisie. Il pourra dire, par exemple, que la mention d'un supplice est une annonce de malheur, d'insuccès, ou bien que l'approbation donnée au châtiment permet de prévoir une réussite conforme aux désirs de l'intéressé.

Pour rendre la chose plus claire, il sera bon de rapporter quelque fait historique qui mette sous les yeux la pratique du système divinatoire dont le Yi-king est l'instrument. En voici un bien authentique, relaté dans les annales dites *Tso-tchuen ;* c'est aussi la première mention du Yi-king qui soit faite dans les livres chinois.

C'était en l'an 676 avant notre ère. Le prince Li de Tsin venait d'avoir un fils; un astrologue de Tcheou se présenta à sa cour pour le féliciter de cet heureux événement, portant avec lui le Yi-king. Li, informé de ce fait, pria son hôte de tirer l'horoscope du nouveau-né. L'astrologue se mit aussitôt à la besogne et tira les deux kuas *Kuân* (26) et *Pi* (12) ䷓ ䷋. La différence était à la quatrième ligne en comptant d'en bas; notre homme prit donc la quatrième sentence du kua *Kuân*, ainsi conçue : « Contempler l'éclat d'un royaume. Il est avantageux d'être l'hôte d'un roi. » Il en conclut à un résultat heureux, à un horoscope favorable pour le jeune prince.

Autre exemple. L'an IX, la femme du duc Siuen de Lou était enfermée au palais. Elle consulte un devin pour savoir si elle en sortirait un jour. Le devin fit sortir le kua *Sui* et dit en le regardant : « *Sui* signifie sortir; la princesse sera délivrée. »

On se demandera sans doute quel est le compilateur du Yi-king, quand et comment ces textes, ces phrases éparses ont été recueillies pour en composer ce fonds d'horoscopie où elles ont été puisées. Il n'est malheureusement pas possible de répondre à aucune de ces questions. Nous ne possédons à ce sujet aucun renseignement digne de foi. Le peu que la tradition en rapporte est d'une fausseté évidente, comme je l'ai précédemment démontré.

Tout ce que nous en savons avec certitude, c'est que le *yi* était déjà formé en l'an 676 avant J.-C., qu'il était en usage dans l'État impérial de Tcheou, « l'Ile-de-France » de la Chine à cette époque, et que, tout en étant constitué sur le modèle de celui qui est parvenu jusqu'à nous, il en différait dans les détails. Certaines phrases reproduites au *Tso-tchuen* ne se trouvent plus dans le texte actuel.

Y a-t-il entre les sentences et les lignes des figures ces rapports que les commentateurs ont voulu y trouver et qui auraient pu déterminer le choix des phrases à insérer dans le recueil ?

Cela se peut pour quelques-unes; mais en général ces rapprochements sont cherchés trop loin, trop peu naturels pour avoir été dans la pensée des compilateurs. Ceux-ci ont plutôt eu en vue les en-tête, les sujets des chapitres sous lesquels ils ont groupé et rangé les phrases prises un peu partout.

Il y avait encore en Chine deux autres livres de divination, composés également de fragments détachés, mais ils ont péri dans l'incendie des livres.

A cela se bornent les données certaines; pour tout le reste, nous ne pouvons que confesser une complète ignorance. Les Chinois n'en savent pas plus que nous.

N. Je compte publier prochainement la version mandchoue avec une traduction littérale, puis une étude sur les figures ou kuas.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 6 août 1896.

M. Th. Radoux, directeur.

M. le chevalier Edmond Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Éd. Fétis, J. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, Joseph Stallaert, Alex. Markelbach, Max. Rooses, J. Robie, G. Huberti, A. Hennebicq, Éd. Van Even, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaar, J. Winders, H. Maquet, *membres;* Flor. van Duyse, *correspondant.*

MM. A. De Vriendt et E. Janlet s'excusent, par écrit, de ne pouvoir assister à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics (administration des beaux-arts) fait parvenir :

1° Une copie du procès-verbal du jugement du grand concours d'architecture de cette année :

Le grand prix a été décerné à M. Augustin Cols, élève de l'institut supérieur de l'Académie royale des beaux-arts d'Anvers ;

Le jury a émis, à l'unanimité, le vœu de voir le Gouvernement accorder une bourse de voyage à l'auteur du projet n° 4, mis hors concours ;

2° Une requête par laquelle M. Vereecken, lauréat du grand concours d'architecture de 1893, sollicite l'autorisation de différer les voyages qui lui sont imposés pour sa dernière année d'études. — Renvoi à la section d'architecture ;

3° Le premier rapport (troisième année d'études) et environ quarante planches formant le dernier envoi réglementaire de M. E. Lambot, boursier de la fondation Godecharle pour l'architecture en 1893. — Renvoi à la section d'architecture ;

4° Un rapport (séjour à Rome) de M. L. Mortelmans, lauréat du grand concours de musique de 1893. — Renvoi à MM. Huberti et F. van Duyse.

— M. Égide Rombaux, prix de Rome pour la sculpture en 1891, adresse son septième rapport semestriel. — Renvoi à la section de sculpture.

— M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages intitulés comme il suit :

OEuvres de Grétry, 20e livraison : *Les deux Avares* (édité par la Commission pour la publication des œuvres des grands musiciens du pays) ;

Les écoles professionnelles et les écoles d'art industriel en Allemagne, etc. ; par Omer Buyse ;

L'Art flamand. Les gothiques et les romanistes, ouvrage illustré de photogravures d'après les œuvres des maîtres ; par Jules Du Jardin.

— Remerciements.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des appréciations :

1° De MM. Huberti, Gevaert et Radoux sur le second acte de *la Fiancée d'Abydos*, partition de M. Paul Lebrun, lauréat du grand concours de musique de 1891 ; et sur un *Voyage en Autriche* du même lauréat ;

2° De MM. Huberti et F. van Duyse sur la partition *Helios* de M. L. Mortelmans, lauréat du concours précité, en 1893 ;

3° De MM. Hymans, Robie, Hennebicq et Cluysenaar sur le premier rapport de M. Jean Delville, lauréat du grand concours de peinture de 1895.

Ces appréciations seront adressées en copie au Gouvernement.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Bambeke (Ch. Van). P.-J. Van Beneden, 1809-1894. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (18 p.).

— Description d'un mycélium membraneux. Gand, 1896; extr. in-8° (13 p. et 8 pl.).

Heger (Paul). Institut Solvay. Travaux de laboratoire, fascicule 1er. Bruxelles, 1896; in-8° (32 p.).

Laurent (Émile). Rapport sur un voyage agronomique autour du Congo. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (52 p.).

De Wildeman (E.). Flore des algues de Belgique. Bruxelles-Paris, 1896; in-8° (XXIX-485 p., fig.).

de Jonghe (Vte Baudouin). Un denier inédit de Pepin le Bref. Bruxelles, 1896; in-8° (4 p.).

Du Jardin (Jules). L'Art flamand. Les gothiques et les romanistes, ouvrage illustré de photogravures d'après les œuvres originales des maîtres. Dessins dans le texte pa Josef Middeleer. Bruxelles, 1896; vol. in-4° (214 p.).

Vanden Corput (le Dr). Le poison alcool. Nouvelles considérations à propos de l'« alcoolisme ». Bruxelles, 1895; extr. in-8° (27 p.).

— La loi de l'alcool. Discours prononcé au Sénat le 13 mars 1896. Bruxelles, 1896; in-8° (16 p.).

— Bruxellensia. Croquis artistiques et historiques. Bruxelles, 1896; in-4° (15 p.).

Buyse (Omer). Les écoles professionnelles et les écoles d'art industriel en Allemagne et en Autriche. Le dessin dans les écoles primaires et moyennes. Schaerbeek, 1896; pet. in-8° (320 p.).

Grétry. Œuvres : 20e livraison. Les deux Avares, opéra bouffon en deux actes. Leipzig et Bruxelles, [1896]; in-4°.

Wannijn (Jean). Eene radicale hervorming in het onderwijs der moderne talen. De voorstellingsmethode. Gand, 1896; in-8° (60 p.).

Toussaint (le chanoine). Poésies chrétiennes. Namur, 1896; in-8° (94 p.).

Vincent (J.). Examen critique de la carte pluviométrique de la Belgique de M. A. Lancaster. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (30 p.).

BRUXELLES. *Ministère de l'Industrie et du Travail.* Travail du dimanche, volume I : Belgique, établissements industriels (non compris les mines, minières et carrières). 1896.

TOURNAI. *Fédération archéologique et historique.* Compte rendu des travaux du dixième Congrès tenu à Tournai du 5 au 8 août 1895. 1896.

FRANCE.

Lefèvre-Pontalis. Les élections en Espagne. Paris, 1896; extr. in-8° (12 p.).

Gaudry (Albert). Essai de paléontologie philosophique. Ouvrages faisant suite aux enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Paris, 1896; in-8° (230 p., 204 fig.).

Pascaud (Henri). Les droits des femmes dans la vie civile et familiale. Paris, 1896; extr. in-8° (24 p.).

— Les aliénés dits criminels et les mesures législatives dont ils peuvent être l'objet. Paris, 1896; in-8° (21 p.).

BESANÇON. *Académie des sciences.* Mémoires et documents inédits, tome VII. 1876.

CHAMBÉRY. *Société d'histoire et d'archéologie.* Mémoires et documents, tome XXXIV. 1895.

PARIS. *Bibliothèque nationale.* Catalogue de l'histoire de France : table des auteurs. Catalogue des manuscrits français, tome IV. 1895; 2 vol. in-4°.

Ministère de la Guerre. Catalogue de la bibliothèque, tome VIII. 1893.

École polytechnique. Journal, 2e série, 1er cahier. 1895; in-4°.

Ministère de l'Instruction publique. Documents inédits : Remontrances du parlement de Paris au XVIIIe siècle (Jules Flammermont et Maurice Tourneux), tome II. 1895; in-4°.

— Rôles gascons, transcrits et publiés par Charles Bémont. Supplément au tome Ier. 1896; in-4°.

Académie des sciences. Œuvres de Laplace, tome XI. 1895; in-4°.

Société des antiquaires. Bulletin et Mémoires, 6e série, tome IV : Mémoires, 1893. Table alphabétique des publications, 1807 à 1889 (Robert de Lasteyrie et Maurice Prou). 1894.

Société des études historiques. Revue, 61e année. 1895.

SAINT-OMER. *Société des antiquaires de la Morinie.* Mémoires, tome XXIII (1893-96). 1896.

— Le cartulaire de Saint-Barthélemy de Béthune publié ou analysé avec extraits textuels et précédé d'une introduction, par le comte A. de Loisne. 1895; in-4°.

TOULOUSE. *Académie de législation.* Recueil, 1894-95.

GRANDE-BRETAGNE ET COLONIES BRITANNIQUES.

Boyle (*David*). Archaeological report, 1894-95. Appendix to the report of the minister of education Ontario. Toronto, 1896; in-8° (79 p.).

Clark (*J.-M.*). The functions of a great university. Toronto, 1896; in-8° (18 p.).

MADRAS. *Government Museum.* Bulletin, 1-4, 1894-96.

MELBOURNE. *Royal Society of Victoria.* Transactions, vol. IV. 1895; in-4°.

OXFORD. *Observatory.* Results of observations, 1888-89. 1896.

ITALIE.

Luxoro (*T.*). La premiazione nelle belle arti e l'educazione artistica nella coltura generale. Florence, 1896; in-8° (56 p.).

BRESCIA. *Ateneo.* Commentari, 1895.

LUCQUES. *R. Accademia di scienze, lettere ed arti.* Atti, tome XXVIII. 1895.

MILAN. *R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.* Rendiconti, vol. XXVIII, 1895.

— *R. Accademia di belle arti.* Atti, 1890-94, 1893-96; 2 vol. gr. in-8°.

NAPLES. *R. Istituto d'incorraggiamento.* Atti, 4ª serie, vol. VIII. In-4°.

ROME. *R. Comitato geologico.* Bollettino, 1895.

TURIN. *R. Accademia delle scienze.* Memorie, tomo XLV. 1896; in-4°.

PAYS DIVERS.

Haliburton (*R. G.*). Dwarf survivals, and traditions as to pygmy races. Salem, 1895; extr. in-8° (12 p.).

Ramirez (*Santiago*). Datos para la historia del colegio de minería. Mexico, 1890; in-8° (496 p.).

Wolfer (*A.*). Zur Bestimmung der Rotationszeit der Sonne. Zurich, 1896; extr. in-8° (15 p.).

Lütken (*Dr Chr.-Fr.*). E Museo Lundii. En Samling af Afhandlinger om de i det indre Brasiliens Kalkstenshuler, II, 2. Copenhague, 1895-96; in-4° (130 p., pl.).

BUÉNOS-AYRES. *Direction de la statistique.* Annuaire statistique de la ville de Buénos-Ayres, 1895; in-8°.

LEYDE. *Maatschappij der nederlandsche letterkunde.* G. Van der Schueren's Teutonista of Duytschlender (J. Verdam). Leyde, 1896; in-8°.

MITAU. *Gesellschaft für Literatur und Kunst.* Sitzungsberichte, 1895.

STOCKHOLM. *Finlands geologiska Undersökning.* Beskrifning till Kartbladen nos 27, 28, 29, och 30-31, 1896; 4 br. in-8° avec cartes.

STOCKHOLM. *K. Vetenskaps Akademien.* Handlingar, Bandet 27. 1895-96; in-4°.

TIFLIS. *Physikalisches Observatorium.* Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens, 1890. In-8°. — Beobachtungen im Jahre 1894. In-4°.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1896. — N^os 9-10.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 10 octobre 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alfr. Gilkinet, *vice-directeur ;* le baron de Selys Longchamps, G. Dewalque, Gluge, E. Candèze, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Fr. Crépin, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, L. Henry, M. Mourlon, P. Mansion, P. De Heen, C. Le Paige, F. Terby, J. Deruyts, H. Valerius, L. Fredericq, *membres ;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* L. Errera, J. Neuberg, A. Jorissen, M. Delacre et Julien Fraipont, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un profond sentiment de regret la perte qu'elle vient de faire en la personne d'un de ses membres titulaires, M. Joseph-R.-L. Delbœuf, décédé à Bonn, le 13 août 1896.

M. Brialmont, après avoir rappelé la part prise par M. Delbœuf aux travaux de l'Académie, fait connaître les motifs qui ont empêché celle-ci de parler aux funérailles.

M. Gilkinet accepte de représenter l'Académie lors de la cérémonie qui aura lieu à l'Université de Liége.

Une lettre de condoléance sera adressée à la famille du défunt.

— La Classe prend ensuite notification de la mort d'Armand-Hippolyte-Louis Fizeau, né à Paris le 23 septembre 1819, élu associé de la section des sciences mathématiques et physiques en 1890, décédé à Venteuil, près la Ferté-sous-Jouarre, le 18 septembre 1896.

— M. Stephan Kekulé von Stradonitz remercie pour les sentiments de condoléance qui lui ont été adressés au sujet du décès de son père, associé de la Classe.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages intitulés :

1° *En Égypte, Palestine et Grèce. Notes et impressions;* par le P. Portmans;

2° *L'hypnotisme scientifique;* par le D^r^ Crocq fils;

3° *Archives de biologie;* tome XIV, 3^e et 4^e fascicules;

4° *Flora Batava,* 313^e et 314^e livraisons.

— Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° A. *Résultats des campagnes scientifiques,* 10^e fasc.; B. *Sur la deuxième campagne de la « Princesse Alice »;* par S. A. M^{gr} le prince Albert I^{er};

2° A. *Sur l'hydratation de la pinacoline;* B. *Sur la constitution de la pinacoline;* par Maurice Delacre;

3° *Une pluie expérimentale. Lettre à M. Lancaster;* par L. Errera;

4° *Sur la présence du molybdène, du sélénium, du bismuth, etc., dans le terrain houiller du pays de Liége;* par A. Jorissen;

5° *Ueber den Fornix longus sive superior des Menschen;* par A. Kölliker, associé;

— Remerciements.

— M. le chevalier A. de Longrée demande le dépôt dans les archives d'une note sur un *aéroplane à ailes.* — Accepté.

— Par application de l'article 38 du règlement général, l'ordre de nomination des commissaires pour le mémoire de concours sur *Les minéraux du sol belge* (correspondance de la séance du 1er août dernier) est réglé de la manière suivante : MM. Dewalque, de la Vallée Poussin et Renard.

— Travaux manuscrits à l'examen :

1° *Contribution à l'étude des phénomènes polaires des muscles;* par le D^r E. Lahousse, professeur à l'Université de Gand. — Commissaires : MM. L. Fredericq et Plateau;

2° *Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance;* par Victor Willem, chef des travaux pratiques de zoologie à l'Université de Gand. — Commissaires : MM. Plateau et Fredericq;

3° *Michel Adanson et son cabinet d'histoire naturelle;* par Alphonse Goovaerts, archiviste adjoint du royaume. — Commissaire : M. Crépin.

Séance publique.

M. Ch. de la Vallée Poussin donnera lecture d'un travail dans la séance publique de décembre, sur les *Rapports de la géographie et de la géologie.* — Remerciements.

ÉLECTIONS.

La Classe se constitue en comité secret pour prendre connaissance de la liste des candidatures présentées par les sections pour les places vacantes.

RAPPORTS.

Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone (sixième communication); par Maurice Delacre, correspondant de l'Académie.

Rapport de M. Louis Henry, premier commissaire.

« J'ai indiqué à diverses reprises, dans des rapports antérieurs, le but final que poursuit M. Delacre dans ses patientes recherches et les moyens par lesquels il espère y parvenir.

Je me crois donc autorisé à ne plus revenir sur cet objet.

Sa présente communication, qui est la sixième que reçoit l'Académie sur ce sujet, est surtout consacrée à rendre compte d'une réaction curieuse au point de vue du processus général de l'*isomérisation*. Il s'agit de la transformation de la *dypnopinacone* en son isomère l'*homodypnopinacone*.

Il est à remarquer que ces isomères se différencient par des réactions nettes qui établissent, sans doute possible selon M. Delacre, leur existence comme espèces chimiques définies. Un intérêt spécial s'attache donc aux conditions dans lesquelles se forme et se décompose l'*homodypnopinacone*. De l'avis de M. Delacre, cette isomérisation constitue un fait d'un genre absolument nouveau.

En réalité, notre savant confrère a constaté que la dypnopinacone, traitée par une solution de potasse alcoolique au $^1/_{10\,000}$, se transforme en homodypnopinacone alors que celle-ci, sous l'action du même réactif, mais plus concentré, au $^1/_{5\,000}$, se détruit en revenant au composé primitif.

Le mémoire de M. Delacre mentionne encore une synthèse nouvelle du noyau benzénique C_6 au moyen d'un alcool nouveau, l'*alcool homodypnopinacolique*. Dans l'ordre de ses recherches, l'auteur regarde cette synthèse comme très importante parce qu'elle permet d'arriver à un hydrocarbure de scission autre que la triphénylbenzine. L'étude de cet hydrocarbure nouveau et de ses relations avec celle-ci promet des résultats pleins d'intérêt, au point de vue général du benzène.

Le travail de M. Delacre est accompagné de documents analytiques nombreux se rapportant aux composés délicats sur lesquels roule son mémoire actuel. Il se distingue par les mêmes qualités et le soin minutieux que l'on est habitué à constater dans ses publications antérieures.

Je ne fais aucun doute de croire que, malgré l'intensité d'attention qu'elle nécessite, cette nouvelle communication de M. Delacre ne soit favorablement accueillie par les chimistes, tant par ceux qui s'occupent des questions générales se rattachant à l'isomérie que par ceux installés à demeure dans le groupe aromatique.

J'ai donc l'honneur de proposer à l'Académie d'insérer dans son *Bulletin* le mémoire de M. Delacre, comme les précédents auxquels il fait suite. »

M. Spring, second commissaire, se rallie, dit-il, aux conclusions du rapport de son savant confrère. Celles-ci sont adoptées par la Classe.

Étude sur les effluves électriques et sur les rayons de Röntgen;
par A. de Hemptinne.

Rapport de M. P. De Heen, premier commissaire.

« M. de Hemptinne s'est proposé, dans la communication qu'il présente à l'Académie, d'étudier la vitesse de décomposition de l'ammoniaque sous l'influence de la décharge oscillante.

Il étudie l'influence de divers facteurs, notamment l'influence du temps et de la pression. On remarque ce fait curieux que la vitesse de décomposition croît ou diminue avec le temps, suivant le cas où l'on se place.

S'il est aisé d'expliquer la diminution de vitesse de décomposition, l'interprétation que donne l'auteur de l'accroissement de cette vitesse me paraît difficile à saisir et à adopter.

M. de Hemptinne étudie encore l'influence de la pression sur la limite de décomposition, l'influence de l'excès de l'un des gaz, enfin, un mélange d'azote et d'hydrogène.

Tous ces résultats dont je ne veux nullement nier l'intérêt me paraissent extrêmement compliqués par suite de l'intervention des produits de la décomposition. A mon avis, l'auteur de cette communication aurait mieux fait de passer du simple au composé, en étudiant d'abord d'une manière plus complète le sulfure de carbone, au sujet duquel il donne quelques résultats en terminant.

M. de Hemptinne a fait encore une série d'expériences ingénieuses destinées à montrer que les rayons anticathodiques n'exercent qu'une influence nulle ou faible sur la réaction de deux corps en présence.

Malgré les remarques énoncées plus haut, l'auteur montre que l'esprit de recherche ne lui fait pas défaut; aussi je demande l'insertion de cette communication dans les *Mémoires* in-8°, tout en engageant l'auteur à poursuivre ses recherches. »

Rapport de M. W. Spring, second commissaire.

« Je me rallie bien volontiers aux conclusions formulées par notre savant confrère, M. P. De Heen, dans son rapport; comme lui, je fais toutes mes réserves au sujet des explications données par l'auteur touchant les changements de vitesse de décomposition de l'ammoniaque selon que ce gaz est soumis à l'action de l'effluve électrique sous une pression plus ou moins grande. L'action chimique de l'*effluve* est si compliquée, et encore si peu connue, qu'il me paraît prématuré de proposer une explication des variations de son action. On connaît, au surplus, de nombreuses réactions chimiques qui paraissent *s'amorcer* en présence d'une trace de leurs produits définitifs; elles rappellent, sans doute, la cristallisation d'une solution sursaturée ou d'un liquide surfondu, au contact d'un cristal déjà formé. En poursuivant ses recherches, l'auteur découvrira peut-être des faits de nature à éclairer la question. Je pense donc que sa communication pourra prendre place dans notre recueil des *Mémoires* in-8°, à titre de *travail d'orientation.* »

La Classe adopte les conclusions des rapports de MM. De Heen et Spring.

Contribution à l'étude de la localisation microchimique des alcaloïdes dans la famille des Orchidacées; par E. De Droog, docteur en sciences naturelles.

Rapport de M. A. Jorissen, premier commissaire.

« Dans le mémoire qu'il présente à l'Académie, l'auteur fait connaître les résultats auxquels il est arrivé en procédant, par la méthode microchimique, à la recherche des alcaloïdes dans les tissus de nombreuses espèces de la famille des Orchidacées.

Dès 1892, M. De Wildeman annonçait avoir constaté la présence d'un produit de nature alcaloïdique dans *Dendrobium nobile*, *Dendrobium Ainsworthii* et dans les cellules de la racine de *Phalænopsis Luddemaniana*.

Ces observations méritaient d'autant plus de fixer l'attention qu'avant la publication de M. De Wildeman, on ne soupçonnait pas que les Orchidacées, groupe de végétaux si intéressants du reste à divers points de vue, dussent être spécialement considérées comme des plantes élaborant des bases organiques.

L'auteur de ce mémoire a eu l'heureuse idée de généraliser les recherches de M. De Wildeman : parmi les nombreuses espèces d'Orchidacées actuellement connues, il en a examiné cent quatre, et a constaté l'existence de produits se comportant comme les alcaloïdes au point de vue des réactions générales, dans *Eria stellata*, *Catasetum tabulare*, *Catasetum Hookeri*, *Catasetum species*, *Catasetum Bungerothii* et *Catasetum discolor*.

Quelques-unes de ces espèces sont alcaloïdifères dans toutes leurs parties : c'est le cas pour *Dendrobium nobile*, *Dendrobium Ainsworthii* et probablement pour *Eria stellata;* les autres ne donnent les réactions générales des alcaloïdes que pour ce qui concerne certains organes.

La fonction alcaloïdique se manifeste d'une manière assez sensible dans les tissus actifs (points végétatifs de la tige et de la racine, appareil reproducteur); au fur et à mesure que les tissus se différencient, on constate une migration de la base vers les régions telles que l'épiderme, les poils, le parenchyme où, suivant l'auteur, elle servirait peut-être d'arme défensive à la plante.

Bien que ce moyen de défense se montre peu efficace dans certains cas, il est possible que tel soit en réalité le rôle physiologique des alcaloïdes, mais comme nous avons eu l'occasion de le faire remarquer déjà, nous possédons trop peu de données sur la formation des alcaloïdes dans les plantes pour assigner aux bases végétales une signification précise au point de vue de la biologie.

Le travail de M. De Droog ajoute des observations intéressantes à nos connaissances sur la répartition des composés de nature alcaloïdique dans le règne végétal; il peut être considéré comme la continuation d'une série de recherches sur la localisation des alcaloïdes dans les plantes qui ont été entreprises sous la direction de notre savant confrère, M. Errera, et dont M. le D^r Molle a communiqué à l'Académie, il y a quelque temps déjà, la partie relative aux Solanées.

J'ai donc l'honneur de proposer l'impression du mémoire de M. De Droog, avec les planches qui l'accompagnent, dans le recueil des *Mémoires* in-8°. »

La Classe adopte cette proposition à laquelle se sont ralliés les autres commissaires, MM. Errera et Crépin.

Temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique; par M. Vandevyver, répétiteur à l'Université de Gand.

Rapport de M. Van der Mensbrugghe, premier commissaire.

« La note de M. Vandevyver est relative à une règle permettant de déterminer à priori le temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique quand il s'agit du corps humain. Voici cette règle :

Étant connu le temps de pose minimum t nécessaire pour obtenir la radiographie nette d'un objet A, d'épaisseur E, la durée du temps de pose t' pour un objet B, d'épaisseur E′, est donnée par la formule

$$t' = t\left(\frac{E'}{E}\right)^3,$$

c'est-à-dire qu'elle varie en raison directe du cube de l'épaisseur de l'objet B, rapportée à celle de l'objet étalon A.

L'auteur communique à l'Académie une série de treize radiographies obtenues d'après cette règle; ces radiographies sont vraiment très belles, et comme elles ont été obtenues *d'emblée,* c'est-à-dire qu'une seule plaque a suffi pour chaque épreuve, je propose bien volontiers l'insertion de la note de M. Vandevyver au *Bulletin* de la séance. »

M. De Heen, second commissaire, se rallie à cette proposition, qui est adoptée par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

UNE RÉACTION EN ASTRONOMIE. *Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané;* par F. Folie, membre de l'Académie.

Après avoir terminé le premier fascicule de mon travail sur la *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* qui m'a complètement absorbé pendant ces dernières années et qui paraîtra sous peu de jours dans le tome VII des *Annales astronomiques de l'Observatoire royal* (*), j'ai voulu, une dernière fois, appeler l'attention des astronomes sur le vice de leurs déterminations de l'heure et de l'Æ, fondées sur les formules d'Oppolzer, et leur faire voir la nécessité qui s'impose à eux, sous peine d'incor-

---

(*) La première partie de ce travail (pages 1 à 37) est imprimée depuis 1891. La suite date de 1895-1896.

Dans cette première partie, nous avions cherché à déterminer la nutation eulérienne par des séries d'observations en ascension droite et en déclinaison, en admettant que son second terme fût négligeable.

Il n'en est pas ainsi, pensons-nous, et nous aurons à revenir sur la détermination de cette nutation, encore fort peu connue.

Nous avons déterminé définitivement, en ce qui nous concerne, les constantes de la nutation diurne, tant au moyen des observations de Dorpat en ascension droite, que des observations de Gyldén sur la latitude de Poulkova.

L'accord peu frappant des valeurs concordantes fournies par les observations de Kiev, avec les valeurs très concordantes résultant des observations de Dorpat et de Poulkova, provient de ce que la nutation eulérienne n'est pas éliminée dans les premières, tandis qu'elle l'est complètement dans les dernières observations.

En nous fondant sur la correction que l'une de ces recherches nous a fournie pour la constante de la nutation, nous avons calculé à nouveau les termes de nutation dont on doit tenir compte; nos résultats essentiels concordent parfaitement avec ceux de Newcomb (*The elements of the four inner planets and the fundamental constants of astronomy,* 8°, Washington, 1895).

Nous appelons l'attention sur notre recherche des termes du second ordre de la nutation et de l'aberration, tant annuelle que systématique, y compris ceux qui proviennent de la combinaison de ces différentes variations entre elles; mais surtout, sur nos formules complètes de la nutation (bradléenne, eulérienne et diurne), et sur notre définition rigoureuse de l'heure, fondées sur la méthode de Bessel et de Laplace, la seule qui soit correcte. (Extrait de la préface du tome VII des *Annales astronomiques*.)

rection absolue dans ces deux déterminations, d'en revenir au procédé de Bessel et de Laplace. Je me suis dit qu'il ne suffisait pas, comme je l'ai fait depuis six ans, de prouver la supériorité de ce dernier procédé, mais qu'il était indispensable de démontrer que les formules de l'astronome viennois sont radicalement fausses en ce qui concerne l'heure et l'Æ (*).

Parmi les astronomes, qui suivent tous, sans exception, le procédé d'Oppolzer, il n'en est peut-être pas un qui y ait remarqué une erreur considérable; aucun, en tous cas, n'en a parlé.

Ce procédé, toutefois, n'a été suivi par nul géomètre.

Notre but n'est pas, ici, d'établir les formules rigoureuses de réduction rapportées à l'axe instantané, parce

---

(*) Il ne s'agira plus ici des petites négligences que j'ai signalées antérieurement, mais de formules analytiquement incorrectes.

A Bamberg, où j'en ai parlé devant la Société astronomique, on a dit : « Mais cette incorrection, à combien peut-elle s'élever? »

Elle est du même ordre que la variation des latitudes.

Si l'une est insignifiante, l'autre l'est également, et l'on doit dire, en ce cas, avec M. Tisserand : « Ces deux quantités (la nutation eulérienne et la nutation diurne) sont tellement faibles que nous les négligerons désormais. »

Alors les formules d'Oppolzer sont identiques à celles de Laplace; l'axe instantané se confond avec l'axe d'inertie, et il ne peut plus être question d'autre variation de latitude que celle qui proviendrait du déplacement physique de ce dernier axe. Ce déplacement, du reste, ne serait pas sans influence en Æ. (Voir mon *Essai sur la variation des latitudes*.)

Mais si l'on veut tenir compte de la nutation eulérienne en déclinaison, ce qui constitue la plus grosse part de la variation des latitudes, sinon le tout, quelle raison y a-t-il de la négliger dans le calcul de l'heure, dont l'uniformité est autrement importante que la constance de la latitude?

que, comme on le verra clairement, elles seraient inapplicables en pratique, mais bien de signaler l'erreur qui entache les formules d'Oppolzer, et dont la conséquence a été fatale à l'astronomie de précision, en ce sens qu'elle a fait abandonner le pôle et le méridien fixes en faveur du pôle et du méridien instantanés, pour lesquels on n'a pas donné des formules correctes de réduction.

Dans ce qui suit, nous admettrons, pour simplifier les développements, qu'il s'agit d'une *Terre solide* pour laquelle $B = A$, c'est-à-dire que nous ferons abstraction de la nutation diurne et du second terme de la nutation eulérienne, ainsi que des termes séculaires.

Cela posé, l'intégration des équations différentielles du mouvement de rotation de la Terre conduit aux expressions suivantes des composantes de sa vitesse angulaire autour de trois axes principaux d'inertie X', Y', Z' (les notations sont, pour la facilité de contrôle du lecteur, celles d'Oppolzer lui-même) :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dp}{dt} &= -\frac{C-A}{A}\,qn + \cos\left(\frac{C-A}{A}\,t\right)\cdot\frac{d\xi}{dt} + \sin\left(n\frac{C-A}{A}\,t\right)\cdot\frac{d\eta}{dt} \\ \frac{dq}{dt} &= \frac{C-A}{A}\,pn + \sin\left(n\frac{C-A}{A}\,t\right)\cdot\frac{d\xi}{dt} - \cos\left(n\frac{C-A}{A}\,t\right)\cdot\frac{d\eta}{dt}, \end{aligned}\right.$$

d'où l'on déduit, pour les variations en obliquité et en longitude de l'équateur géographique :

$$(13)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \frac{A}{nC}\,\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\,.\,\frac{d\psi}{dt}\right) - \frac{1}{\sin\varepsilon'\,.\,nC}\left(\frac{dV}{d\psi}\right) + \frac{A\cos\varepsilon'}{nC}\,\frac{d\psi}{dt}\cdot\frac{d\varepsilon'}{dt} \\ -\frac{d\psi}{dt} &= \frac{A}{\sin\varepsilon'\,.\,nC}\,\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right) - \frac{1}{\sin\varepsilon'\,.\,nC}\left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) - \frac{A\cos\varepsilon'}{nC}\,\frac{d\psi}{dt}\cdot\frac{d\psi}{dt}. \end{aligned}\right.$$

Ces expressions représentent les variations des axes principaux d'inertie de la Terre par rapport à un système d'axes rectangulaires fixes, ou, si l'on veut, les variations de l'équateur *géographique* (perpendiculaire à l'axe d'inertie Z′) par rapport à l'écliptique et à l'équinoxe fixes.

Nous avons fait remarquer qu'on peut dire, tout aussi bien, qu'*elles représentent le mouvement apparent de ce plan et de ce point, et, par suite, d'un point fixe quelconque du ciel, par rapport aux axes d'inertie de la Terre, considérés comme fixes* (*). Et c'est en cela, au fond, que consiste le procédé de Laplace, parfaitement adéquat, on le voit, au procédé suivi dans les observations astronomiques par Bessel, F. W. Struve, Argelander, etc.

C'est ce procédé que nous avons toujours employé (**). Il est, de tous points, absolument irréprochable et permet *seul* de définir l'heure d'une manière tout à fait rigoureuse, comme nous l'avons fait dans les deux derniers ouvrages cités en note.

On saisit à première vue, dans ces formules, le caractère diurne de la nutation eulérienne, caractère longtemps nié par des astronomes distingués (***), malgré les affirmations de Laplace et d'Oppolzer lui-même [p. 152, à la suite des équations (21)], et admis enfin par eux (IV).

(*) Notices extraites de l'*Annuaire de l'Observatoire royal pour 1896*.

(**) *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde.*

Traité des réductions stellaires. — *Catéchisme correct d'astronomie sphérique* (Mem. della Pont. Accad. dei nuovi Lincei, IX, X, XI).

Revision des constantes de l'astronomie stellaire.

(***) *Bulletin astronomique*, 1890.

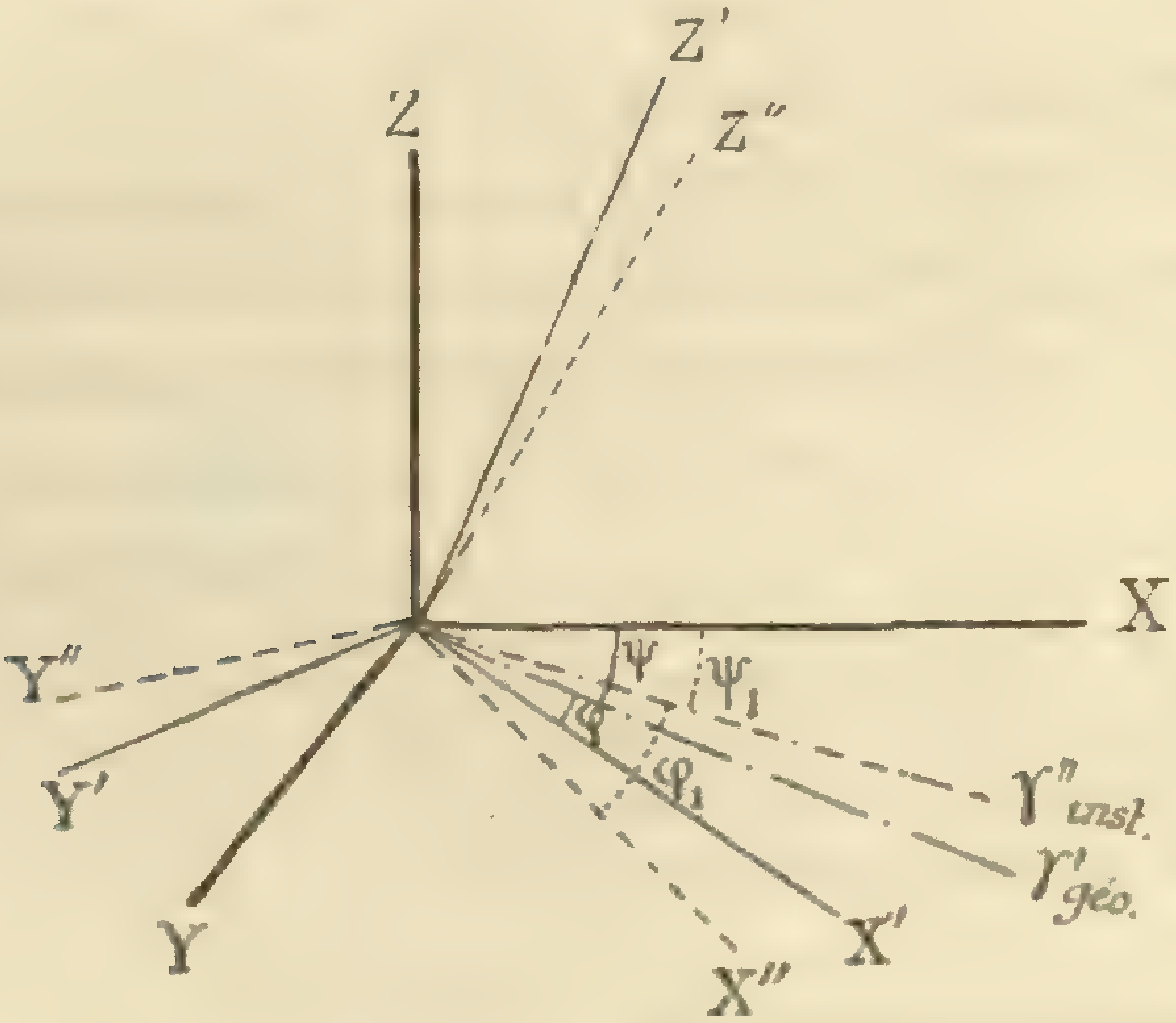
(IV) Tisserand, *Mécanique céleste*, t. II, chap. XIX : *Des variations de latitude.*

Oppolzer s'est dit, avec raison, que ce caractère diurne provient uniquement du mouvement de rotation de la Terre, et qu'il disparaîtrait, par conséquent, si l'on prenait pour axe de référence l'axe instantané, pour lequel ce mouvement n'existe pas.

Le problème à résoudre était donc celui-ci :

On connaît les mouvements des trois axes principaux X', Y', Z' par rapport à trois axes fixes X, Y, Z. Trouver les mouvements de trois nouveaux axes X″, Y″, Z″ par rapport à ces derniers.

Z″ étant l'axe instantané, il faudrait d'abord définir les axes X″, Y″ de l'équateur instantané ; puis résoudre le problème, qui n'offre, du reste, aucune difficulté sérieuse d'analyse, mais en présente d'insurmontables, selon nous, quant à la définition de l'heure ; ce qui nous a toujours dissuadé de poursuivre cette résolution (*).



(*) Ce problème mériterait toutefois d'exercer la sagacité d'un jeune astronome géomètre.

Au lieu de se poser ce problème, que fait Oppolzer ?

Ici, pour éviter le reproche « traduttore traditore », nous citons textuellement l'auteur : « Tout d'abord, on doit se rappeler que, dans les observations, l'équateur est pris comme plan fondamental, et qu'il est déterminé par le plan perpendiculaire à l'axe instantané de rotation ; les valeurs de ψ et de ε', déduites des observations, se rapportent donc proprement à l'axe de rotation *et à l'équateur instantané,* et non au petit axe de l'ellipsoïde terrestre *et à l'équateur géographique ;* si ces deux axes avaient entre eux une inclinaison notable, dans l'établissement des formules que nous avons maintenant en vue, on devrait avoir égard à la différence qu'ils présenteraient. Si donc on désigne, comme précédemment [comp. équation (14), p. 136], par α'', β'', γ'', les angles que l'axe instantané de rotation fait avec les axes fixes des coordonnées, à proprement parler on devrait poser [comp. équation (4), p. 138] :

$$\begin{aligned} \cos\alpha'' &= -\sin\psi\sin\varepsilon' \\ \cos\beta'' &= \cos\psi\sin\varepsilon' \\ \cos\gamma'' &= \cos\varepsilon' ; \end{aligned}$$

dans ces formules, ε' et ψ sont les valeurs déduites des observations; afin d'éviter des erreurs, nous les appellerons ε'_1 et ψ_1. Pour obtenir les équations différentielles qui se rapportent à ces arcs, on peut partir des équations (14) (p. 136) et leur donner la forme :

$$(1) \ldots \left\{ \begin{aligned} \omega\cos\alpha'' &= ap + bq + cn \\ \omega\cos\beta'' &= a'p + b'q + c'n \\ \omega\cos\gamma'' &= a''p + b''q + c''n ; \end{aligned} \right.$$

si on les différentie en tenant compte des relations (s) (p. 153), on trouve :

$$(2) \quad \ldots \quad \left\{ \begin{array}{l} d(\omega \cos \alpha'') = a dp + b dq \\ d(\omega \cos \beta'') = a' dp + b' dq \\ d(\omega \cos \gamma'') = a'' dp + b'' dq. \end{array} \right.$$

D'autre part, on a :

$$(3). \quad \ldots \quad \left\{ \begin{array}{ll} \omega \cos \alpha'' = & - \omega \sin \psi_1 \sin \varepsilon'_1 \\ \omega \cos \beta'' = & \omega \cos \psi_1 \sin \varepsilon'_1 \\ \omega \cos \gamma'' = & \omega \cos \varepsilon'_1. \end{array} \right.$$

Les mots en italiques sont de nous.

Ces équations (3) seraient correctes si les angles ε'_1 et ψ_1 se rapportaient à trois axes rectangulaires X'', Y'', Z'' ; elles ne le sont pas dans Oppolzer, parce qu'il prend pour axes, comme on le verra, X', Y', Z''.

Commençons par examiner à quoi devraient se borner ses conclusions dans le cas où les équations (3) seraient correctes, et admettons qu'on arrive, rigoureusement même, c'est-à-dire sans négliger quelques termes, insignifiants, du reste, aux équations d'Oppolzer

$$\frac{d\varepsilon'_1}{dt} = \frac{d\varepsilon'}{dt} \quad \text{et} \quad \sin \varepsilon'_1 \frac{d\psi_1}{dt} = \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt}.$$

Qu'en peut-on conclure?

Que les expressions de ε'_1 et de ψ_1 sont identiques à celles de ε' et de ψ.

Mais rien de plus.

De l'identité des valeurs numériques on ne peut pas conclure à l'identité des significations.

Or les équations (5) ne sont correctes que pour autant que ψ_1 et ε'_1 soient relatifs à un système d'axes rectangulaires X″, Y″, Z″, tandis que ε' et ψ se rapportent à un autre système d'axes X′, Y′, Z′.

La signification n'est donc nullement la même, quant aux ψ surtout, et, pour trouver celle de ψ_1, il faudrait commencer par définir l'axe X″, ce qui introduirait, outre ψ_1, un angle φ_1, pour lequel on ne peut pas écrire, comme pour φ, $\frac{d\varphi_1}{dt}$ = constante.

Si donc on a l'expression de $\frac{d\psi_1}{dt}$ débarrassée de la nutation eulérienne, on ne sait nullement ce qu'elle signifie ; on peut toutefois affirmer une chose : c'est que la nutation eulérienne, qui en est éliminée, reparaîtra dans l'angle φ_1 (dont Oppolzer ne fait nullement mention) et rendra bien difficile, sinon pratiquement impossible, une définition correcte de l'heure, qui est fondée sur l'équation $\frac{d\varphi}{dt}$ = constante.

Or, pour Oppolzer, les équations $\varepsilon'_1 = \varepsilon'$, $\psi_1 = \psi$ expriment bien l'identité des significations comme des valeurs numériques, et c'est en quoi consiste, relativement à ψ_1, la fausseté des conclusions qu'il en déduit en ces termes : « En conséquence, au lieu de ε'_1 et ψ_1, remettons ε' et ψ dans les équations différentielles (7) ; si nous intégrons ensuite ces équations en ayant égard aux remarques qui précèdent, nous retrouvons les formules suivantes, dues à Poisson et suffisantes même pour la recherche la plus exacte de la précession et de la nutation :

$$(9). \quad . \quad . \quad . \quad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon' &= \varepsilon'_0 - \int \left(\frac{dV}{d\psi}\right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' . nC} \\ \psi &= \psi_0 - \int \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' . nC}. \end{aligned} \right.$$

» On voit maintenant pourquoi, comme on l'a fait antérieurement (pp. 149 et suiv.), on peut se contenter de la forme de quadrature très simple qui vient d'être donnée : ce n'est pas la petitesse des seconds et des troisièmes termes des équations (13), page 149, qui est décisive — ces termes renferment même, nous l'avons prouvé, des quantités qui se trouvent tout à fait dans les limites d'exactitude admises dans le problème ; — mais c'est que les observations des phénomènes de précession et de nutation se font par rapport à l'axe instantané de rotation. »

La signification précise de ce passage est la suivante : Nous pouvons donc faire usage des formules de Poisson (ou de Peters), en y supprimant simplement la nutation eulérienne, à la seule condition de rapporter la latitude, non pas à l'axe d'inertie, mais à l'axe instantané.

Non, cette condition n'est pas suffisante.

Pour supprimer la nutation eulérienne, il faut évidemment prendre pour axe de référence l'axe instantané (qui décrira, en 305 jours, un cône elliptique autour de l'axe d'inertie), mais, de plus, en conséquence, prendre pour plan de référence l'équateur instantané, c'est-à-dire substituer au système des axes principaux X', Y', Z', un nouveau système d'axes X'', Y'', Z'', dont le dernier est l'axe instantané.

Il ne suffit pas de dire : les observations se font par rapport à l'équateur instantané ; il faut encore que toutes les formules s'y rapportent aussi.

Et ce n'est pas le cas de celles d'Oppolzer.

Car, tout en affirmant qu'on prend pour méridien, dans les observations, le méridien instantané, il détermine l'heure, comme Bessel, Laplace, Poisson, Serret, dans le méridien géographique. Pour s'en assurer, il suffit de relire son paragraphe $\varkappa$: *De la grandeur de la rotation de la Terre, prise comme mesure du temps,* pp. 198 et suivantes de la traduction française de M. Pasquier, dont nous nous bornons à extraire les passages suivants : « L'équation (2) (page 146) a fait voir que, dans l'hypothèse où le globe terrestre est assimilable à un solide, la vitesse de rotation de la Terre *autour de son petit axe* est une constante : on a conséquemment adopté la grandeur de la rotation terrestre comme mesure du temps....... Pour résoudre le problème proposé, on part de la troisième formule (7) (page 138), et l'on a égard au sens attribué, page 137, à l'angle φ. »

Or, cette formule (7), de même que l'angle φ, sont relatifs à l'équateur géographique.

« Le dernier terme représente ainsi le mouvement du point vernal *moyen* par rapport à un méridien *fixe*, au bout d'un jour solaire moyen. » (p. 208.)

Les formules d'Oppolzer sont donc entachées d'un double défaut : elles sont incorrectes et, de plus, hétérogènes ; les unes (en déclinaison) sont rapportées à l'axe (Z″) et au méridien instantanés ; les autres (en Æ), à l'équateur géographique et au méridien fixe, c'est-à-dire à X′, Y′.

C'est ainsi que, par une subtilité inconsciente, la nutation eulérienne en longitude a complètement disparu de ses formules. Et il ne suffit pas, comme le pensent quelques-uns, de la remplacer, pour être correct, par une variation des longitudes terrestres. Nous avons montré que si la nutation eulérienne disparaissait correctement de ψ_1, c'est à la condition de réapparaître dans φ_1, ce qui rend à peu près impossible une définition correcte de l'heure dans le système de l'astronome viennois, qui a conservé celle de Bessel et Laplace, sans mentionner seulement l'angle φ_1.

Je signalerai encore une autre inexactitude très grave dans le procédé d'Oppolzer. Après avoir trouvé, incorrectement, comme on l'a vu, les formules de Poisson, relativement aux nouveaux axes X', Y', Z'', et avoir fait remarquer qu'elles sont complètement affranchies de la nutation eulérienne, il fait usage, avec tous les astronomes, des formules de transformation en Æ et D (p. 253), qui sont vraies pour les axes X', Y', Z', ou X'', Y'', Z'', fausses pour X', Y', Z''.

Et c'est cet ensemble de formules incorrectes qui sert actuellement de base à la détermination de l'heure et de l'Æ (*) !

Les formules de Laplace, au contraire, sont irréprochables, pourvu qu'on n'y néglige pas les deux nutations à courte période. On pourra les écrire (**) :

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= N_\theta - \mu_1 \sin\left[(1+\iota)\varphi+\beta_1\right] + \nu_1 \sin\left[(-1+\iota)\varphi+\beta_1\right] \\ &\quad + \nu(\Sigma_1 \cos 2\varphi + \Sigma_2 \sin 2\varphi) \\ \sin\theta\Delta\psi &= \sin\theta N_\psi - \mu_1 \cos\left[(1+\iota)\varphi+\beta_1\right] - \nu_1 \cos\left[(-1+\iota)\varphi+\beta_1\right] \\ &\quad + \nu(-\Sigma_1 \sin 2\varphi + \Sigma_2 \cos 2\varphi),\end{aligned}$$

N_θ et N_ψ désignant la nutation bradléenne en obliquité et en longitude.

J'entends l'objection qu'on fait à cette méthode : les parallèles décrits par les étoiles n'ont pas pour pôle le pôle géographique, mais bien le pôle instantané.

(*) Je ne parle pas de la déclinaison, dont le calcul n'est affecté, je pense, que d'erreurs relativement insignifiantes dans le procédé d'Oppolzer.

(**) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 87.

Nous n'avons à examiner cette objection que quant aux observations en Æ. Car en déclinaison, nous n'observons que des distances zénithales, et les formules précédentes permettent d'en déduire, de la manière la plus correcte, les déclinaisons en fonction de la latitude géographique, ou vice versa.

Imaginons donc une étoile passant en S dans le méridien. Traçons, à une ou à deux minutes d'arc vers l'E. et vers l'O., deux cercles horaires qui coupent sa trajectoire en S_1 et S_2, tandis que le parallèle décrit autour du pôle géographique serait $s_1 S s_2$. Évidemment, en supposant même les deux équateurs inclinés l'un sur l'autre de plusieurs secondes, on peut considérer les triangles $S_1 S s_1$ et $S_2 S s_2$ comme égaux, et affirmer, par conséquent, que la moyenne des temps observés des passages S_1 et S_2 est égale au temps observé du passage méridien S. A fortiori dans le cas qui nous occupe, où l'inclinaison d'un équateur sur l'autre surpasse à peine 0".1.

Faisons observer, en outre, que, dans le procédé de Laplace, la vitesse ω de la Terre autour de son axe instantané n'intervient absolument en rien, comme nous l'indiquons dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* et que la seule qui figure dans ses formules est la vitesse n autour de l'axe d'inertie, vitesse absolument constante (à part une très légère variation périodique dans le cas où l'on considère, non pas le mouvement de la Terre, mais celui de son écorce) (*).

(*) *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde*, 2e partie.

Traité des réductions stellaires.

Revision des constantes de l'astronomie stellaire.

Il s'agit donc de choisir entre deux procédés, l'un fondé sur des formules radicalement incorrectes, l'autre sur des formules absolument correctes; l'un incapable de définir correctement l'heure, l'autre définissant une heure rigoureusement uniforme.

Que les astronomes veuillent bien se donner la peine de lire et de méditer les quelques pages qui précèdent.

Si j'ai tort (et je serais presque tenté de le souhaiter dans ma profonde admiration pour la précision et le nombre considérable d'excellentes séries modernes d'observations, dont je n'ose presque pas faire usage en Æ à cause du vice originel dont sont entachées les réductions qu'on leur a fait subir), si j'ai tort, dis-je, que quelqu'un se lève et le démontre; sans ambages et sans fausse honte, je le reconnaîtrai hautement.

Si j'ai raison, et mes déterminations concordantes de la nutation eulérienne au moyen des séries d'Æ de la polaire, observées par F.-W. Struve dans le méridien fixe de Dorpat, en témoignent (*), il n'est que temps, pour l'astronomie de précision, d'en revenir à ce méridien et aux formules de Laplace, qui sont absolument irréprochables, pourvu qu'on n'y considère pas comme négligeables les deux nutations à courte période, l'eulérienne et la diurne.

Les erreurs d'observation sont inévitables.

Mais on doit, puisque la chose est possible, éviter complètement les erreurs de réduction.

(*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* chap. I.

L'avenir tout entier de l'astronomie dépend de la voie dans laquelle elle va s'engager.

Si elle persévère dans ses errements actuels, elle suit une fausse route, tant dans les observations que dans le calcul de l'heure et de l'Æ.

Une réaction s'impose.

Il faut, de toute nécessité, en revenir au procédé d'observation de Bessel et aux formules complètes de Laplace.

Puissent les efforts que je fais depuis six ans dans ce but (*) contribuer à fonder sur une base solide l'astronomie sphérique du XX^e siècle !

(*) Depuis ma note *Sur la nutation de l'axe du monde,* publiée dans les *Comptes rendus*, p. 1058, 1890, je suis bien souvent revenu sur le point capital que je viens d'exposer.

Voir *Bulletin astronomique,* 1890; ma *Réponse à M. Tisserand* (BULLETIN DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXIII, p. 84); mon article des *Acta Mathematica,* 1892, reproduit dans l'*Annuaire* pour 1893; mon *Essai sur la variation de latitude,* et ma note *Sur la supériorité de la méthode de Laplace* (notices extraites de l'*Annuaire de l'Observatoire royal* pour 1894 et 1896 ; enfin différentes lectures faites à l'Académie royale de Belgique (*Bull. de l'Acad.*, t. XXVIII, p. 127 ; *Ibid.,* p. 135; *Ibid.,* t. XXIX, p. 257 ; *Ibid.,* t. XXX, p. 303).

La démonstration qu'on vient de lire confirme toutes mes précédentes affirmations, et je doute qu'aucun astronome tant soit peu géomètre veuille encore désormais chercher à défendre le procédé d'Oppolzer.

Sur la préparation du glycol éthylénique; par Louis Henry, membre de l'Académie, et Paul Henry, professeur de chimie à l'Université de Louvain.

On connaît le puissant intérêt qui s'attache au glycol éthylénique et le rôle considérable que ce composé a rempli dans le développement de la chimie scientifique de notre temps.

Wurtz, son éminent auteur, en a fait, avec une pleine raison, un des traits d'union entre la chimie *minérale* et la chimie *organique*.

Le glycol éthylénique figure à juste titre dans le catalogue des composés dont la découverte marque une époque.

Malheureusement, au point de vue de l'usage à en faire, le prix de ce corps est au niveau de son importance scientifique. Quoiqu'il remonte à 1856, le glycol éthylénique est resté un des composés les plus coûteux de l'arsenal de la chimie organique : dans les catalogues de produits chimiques, il est coté à *quarante* francs les *cent* grammes (*). Or, 100 grammes de glycol ne représentent guère, à 0°, que 55 centimètres cubes.

Il est à remarquer que dans la préparation de ce composé n'interviennent pas des ingrédients coûteux ou difficiles à se procurer; c'est assez dire que cette préparation, sans être compliquée au fond, est longue, laborieuse et peu rémunératrice.

(*) Le prix du glycol a diminué dans ces derniers temps; dans le prix-courant de *Schuchardt* pour octobre 1896, qui vient de paraître, le kilogramme est coté à 200 marks.

(27 octobre 1896.)

Le point de départ *immédiat* ou plutôt *réel* de la préparation du glycol est toujours le *bibromure d'éthylène* $C_2H_4Br_2$. Deux méthodes principales servent à le transformer en son alcool :

a) La méthode *directe*, où l'eau elle-même est l'agent *alcoolifiant*, si l'on peut s'exprimer ainsi.

On chauffe sous pression le bibromure avec de l'eau seule (*méthode de Niederist*) (*), ou dans les conditions ordinaires dans un appareil à reflux avec une solution étendue de carbonate bi-potassique (*méthode de Huffner et Zeller*) (**).

b) La méthode *indirecte*. C'est la méthode originelle suivie par *Wurtz* (***) et modifiée plus tard de manière à la rendre pratique, par Atkinson (IV).

Le bibromure est d'abord transformé en son acétate que l'on saponifie ultérieurement, au sein de l'eau, par une base forte.

N'ayant pas l'intention de faire ici l'histoire complète des méthodes de production ou de préparation du glycol éthylénique, nous nous abstiendrons d'entrer dans le détail des opérations que nécessite la mise en pratique de ces deux procédés généraux.

Quels qu'ils soient, on y fait usage de l'eau en grande quantité; de là la nécessité d'évaporations longtemps prolongées. A notre avis, ces évaporations, alors même qu'on les exécute à une température aussi peu élevée que possible au-dessus de la température ordinaire, sont l'origine

---

(*) *Liebig's Annalen*, t. CXCVI, p. 354.

(**) *Journal für praktische Chemie*, t. XII, p. 293.

(***) Wurtz a employé dans le principe l'*iodure d'éthylène* et l'*acétate d'argent*.

(IV) *Liebig's Annalen*, t. CIX, p. 232 (1859).

d'une perte continue en glycol et la cause principale de la faiblesse des rendements (*).

Nous croyons avoir apporté un perfectionnement notable dans la préparation du glycol en *éliminant l'eau en masse,* comme telle, et *tout composé fixe.* L'eau reste à la vérité, dans notre procédé, l'agent immédiat de la transformation de l'*acétine éthylénique* en glycol, mais elle est présentée à celle-ci sous forme d'*alcool méthylique légèrement aqueux.*

On opère à chaud, sous pression, en vase clos.

Sous l'action de la chaleur, l'acétine éthylénique subit, dans une faible partie de sa masse, à l'origine, l'action décomposante de l'eau qui imprègne l'alcool méthylique (**). Il en résulte du glycol et de l'acide acétique en faible quantité.

(*) Dans la méthode de Huffner et Zeller, l'emploi d'une solution *insuffisamment* étendue de K_2CO_3 détermine le dédoublement d'une certaine quantité de $C_2H_4Br_2$ en C_2H_5Br et HBr. De là évidemment une cause de faiblesse dans le rendement en glycol.

Dans la méthode *indirecte*, selon Atkinson, la transformation de $C_2H_4Br_2$ en $C_2H_4(C_2H_3O_2)_2$ est une première cause de dépression dans le rendement final.

(**) J'avais pensé, dans le principe, que l'alcool méthylique était lui-même l'agent de la saponification de la diacétine éthylénique; il y a, en effet, une notable différence entre cet alcool et le glycol éthylénique quant à l'intensité du caractère alcool.

Voici les chiffres qui précisent cette différence selon M. Menschutkin (1).

	Coefficients de réaction.	
	Vitesse.	Limite (2).
	—	—
$H_3C(-OH)$	80	100
$(HO)CH_2-CH_2(OH)$. .	61,7	77,4

(1) *Journal für praktische Chemie*, t. XXIV, p. 24 (année 1881).

(2) Sur 144 molécules.

L'alcool méthylique est, comme on le sait, l'alcool *par*

La réaction de CH_3-OH équivaut, dans une certaine mesure, à la réaction d'une base forte sur un sel d'une base moins forte.

J'ai dû renoncer devant l'expérience à cette manière de voir.

Dans les conditions où nous avons opéré, c'est-à-dire vers 150°, l'alcool méthylique *anhydre* ne décompose pas ou fort peu l'acétine éthylénique.

Voici la relation d'une expérience réalisée dans ces circonstances :

208 grammes d'acétine ont été chauffés avec 300 grammes d'alcool méthylique pendant *sept heures,* — de 7 ½ h. du matin à 2 ½ h. de l'après-midi, — dans l'autoclave, dans un vase de Berlin. La température et la pression ont été notées comme suit :

	Température.	Pression.
	—	—
7 ½ heures	100°	2 atmosphères.
8 ½ —	135°	12 —
11 ½ —	140°	14 —
2 ½ —	140°	14 —

A l'ouverture de l'appareil, aucune pression n'a été constatée.

On a retiré, par une distillation dans l'appareil Lebel et Henninger, à peu de chose près toute l'acétine employée bouillant fixe à 187°-188°, sous la pression de 763 mètres; la quantité d'acétate de méthyle formée était très faible.

Cette même diacétine chauffée dans l'autoclave vers 150° avec de l'alcool méthylique de 90 °/₀, a fourni du glycol, avec un rendement de 88 °/₀.

Alors qu'il se produit de l'acétate de méthyle, on constate dans l'autoclave l'existence d'une pression notablement supérieure à celle constatée dans l'expérience relatée ci-dessus.

Je ne prétends pas toutefois que l'alcool méthylique soit absolument *inerte* sur la diacétine éthylénique, mais pour l'amener à réagir, il faut chauffer à une température supérieure à celle où nos opérations ont été faites, notablement supérieure à celle où l'eau exerce son action. Il en doit être ainsi ; la comparaison des formules

$$H_3C-OH$$
$$H-OH$$

où existent les radicaux H_3C et H, fonctionnellement équivalents, de même signe, mais d'énergie positive fort inégale, indique déjà que le pouvoir réactionnel de l'eau sur l'acétine doit être beaucoup plus énergique que celui de l'alcool CH_3 - OH. En fait, l'acétine éthylénique est décomposée fort rapidement par l'eau à chaud en ses générateurs, glycol et acide acétique.

L. H.

excellence, celui dont l'éthérification est la plus aisée, la plus rapide et la plus complète. L'acide acétique, devenu libre, réagit à son tour sur l'alcool méthylique présent *en excès*, pour le transformer en acétate de méthyle et en *eau* susceptible de réagir à son tour sur l'acétate d'éthylène.

On aperçoit tout de suite le *double rôle* et le *double avantage* de l'alcool méthylique *aqueux* dans ces circonstances :

a) Il est d'abord et à un double titre le *pourvoyeur* de l'eau qui est l'agent producteur réel du glycol ;

b) Il sert ensuite à transformer l'acide acétique, qui ne bout qu'à 116°, en un corps beaucoup plus volatil, en son éther méthylique bouillant à 56°, que la distillation peut, par conséquent, écarter aisément.

Ces réactions se réalisent déjà dans les conditions habituelles, en opérant dans un appareil à reflux, au bain d'eau, sous la pression ordinaire, mais elles exigent, pour être menées à fin, un temps considérable, plusieurs jours de caléfaction.

Il est préférable d'opérer sous pression, dans un autoclave. Il est nécessaire, en effet, pour activer l'action chimique, de chauffer à une température relativement élevée, que l'on ne peut atteindre alors que l'on opère sous la pression ordinaire avec un corps aussi volatil que l'alcool méthylique. L'expérience a constaté que l'acétine éthylénique n'est pas saponifiée par l'alcool méthylique légèrement aqueux à 130° ; il est nécessaire d'atteindre au moins 150°. Dans ces conditions, quelques heures de chauffe continue, *quatre à cinq,* suffisent pour déterminer une réaction complète.

L'acétate d'éthylène est lui-même le résultat de la réaction du bibromure d'éthylène sur l'acétate de potassium. Cette réaction peut être réalisée de diverses façons, notamment par la voie humide, au sein de l'alcool méthylique, soit sous la pression ordinaire, soit mieux sans pression.

Cela étant, il était à prévoir que la production de cet acétate et sa saponification ultérieure pour obtenir le glycol pourraient se faire avantageusement en une seule opération et dans le même appareil.

L'expérience a pleinement confirmé ces prévisions.

En fait, la préparation du glycol éthylénique revient à chauffer dans un autoclave, pendant cinq heures environ, vers 160°, un mélange de bibromure d'éthylène, d'acétate potassique, dans la proportion d'une molécule du premier de ces composés pour deux du second, avec une notable quantité d'alcool méthylique légèrement aqueux, environ 400 grammes d'alcool de 90 % au minimum pour trois molécules d'acétate, c'est-à-dire une quantité d'alcool au moins suffisante pour maintenir le bibromure en dissolution en même temps que l'acétate potassique.

La réaction s'accomplit évidemment en deux phases successives :

a) Dans la première phase, réaction du bibromure d'éthylène sur l'acétate potassique ; formation de KBr et d'acétine éthylénique.

Cette réaction s'accomplit avec une rapidité relative et nécessite une température moins élevée que la réaction suivante, 100° à 130°.

b) Dans la seconde phase, réaction de la diacétine éthylénique avec l'alcool méthylique aqueux, formation de glycol et d'acétate de méthyle.

Cette réaction s'accomplit plus lentement que la précédente et nécessite une température plus élevée, environ 160°.

On peut constater extérieurement, par les indications du thermomètre et du manomètre, la marche de l'opération; alors que la réaction du bibromure sur l'acétate potassique s'accomplit, la température s'élève rapidement, sans le concours de la flamme, de 120° à 140° et le manomètre passe de 4 à 8 atmosphères.

Les produits existants, lorsque l'opération est terminée, sont :

	Ébullition.
Acétate de méthyle	56°
Alcool méthylique	66°
Eau en petite quantité	100°
Glycol éthylénique.	196°

Ces chiffres indiquent suffisamment combien la séparation de ces divers composés par la distillation fractionnée est aisée, de même que l'obtention du glycol à l'état de pureté.

Le rendement en glycol est au moins de 90 %.

On pourrait songer à remplacer l'alcool méthylique par l'alcool ordinaire qui est beaucoup moins coûteux, — surtout si l'on fait abstraction des droits d'accise élevés qui le frappent en Belgique, — mais ce remplacement est peu favorable au point de vue de la marche de l'opération et de son résultat final.

L'alcool méthylique est, pour divers motifs, tant physiques que chimiques, d'un emploi plus avantageux que l'alcool éthylique. Le principal est dans la différence d'intensité du caractère *alcool* de ces deux composés. Les chiffres suivants sont tirés des expériences de M. Menschutkin (*).

	Coefficients de réaction.	
	Vitesse.	Limite.
	—	—
$H_3C-(OH)$. . . .	80	100
$H_3C-CH_2(OH)$ . .	67,5	95,6

L'éthérification de l'alcool méthylique par l'acide acétique est beaucoup plus rapide et plus complète. Il y a ensuite la différence de volatilité des composés méthyliques et éthyliques correspondants.

H_3C-OH	66°
H_5C-OH.	78°
$H_3C(C_2H_3O_2)$	56°
$H_5C_2(C_2H_3O_2)$.	76°

Les composés méthyliques plus volatils s'éliminent plus aisément par la distillation fractionnée.

Nous croyons utile de décrire quelques opérations, telles qu'elles ont été faites.

Transformation de la diacétine en glycol.

A. — *A l'aide de l'alcool méthylique.*

1° 100 grammes de diacétine ont été chauffés avec 230 grammes d'alcool méthylique à 13 °/₀ d'eau (**) pen-

---

(*) Mémoire cité plus haut.

(**) En réalité, 200 grammes d'alcool méthylique et 30 grammes d'eau. Théoriquement, il ne faudrait que 24 grammes d'eau.

dant six heures, dans l'autoclave, à 165°, sous une pression de 24 atmosphères (*).

Après distillation et fractionnement à l'aide de l'appareil Lebel et Henninger, on en a recueilli 41 grammes de glycol; la quantité théorique est 42gr,4. C'est un rendement de 98 % environ.

2° 180 grammes de diacétine avec 270 grammes d'alcool méthylique à 11 % d'eau (**) dans les mêmes conditions réactionnelles, ont fourni une quantité de glycol correspondant à 99 % du rendement théorique.

Dans la première opération, la quantité d'eau ajoutée à l'alcool dépassait la quantité théorique, — de 30 à 24 grammes; — dans la seconde, au contraire, elle lui est inférieure — de 44 à 30 grammes. — Nous croyons qu'il est possible de diminuer encore la proportion d'eau ajoutée à l'alcool méthylique.

B. — *Avec l'alcool ordinaire.*

60 grammes de diacétine et 190 grammes d'alcool à 85 % (***) ont été chauffés dans l'autoclave à 170°, sous une pression de 20 atmosphères.

(*) Nous nous sommes servis d'un autoclave du Dr Robert Muencke; son diamètre interne mesure 10 centimètres, sa hauteur, 20 centimètres. Sa contenance est 1 litre 570 centimètres cubes.

(**) En réalité, 24 grammes d'alcool méthylique et 30 grammes d'eau. Théoriquement, il faudrait 44 grammes d'eau.

(***) En réalité, 170 grammes d'alcool à 94° et 20 grammes d'eau; cela équivaut sensiblement à 160 grammes d'alcool anhydre et 30 grammes d'eau. Il ne faudrait théoriquement que 14 à 15 grammes d'eau.

Après six heures de chauffe, il restait environ 17 % d'acétine non transformée; après douze heures, la saponification était complète.

On a recueilli 24 à 25 grammes de glycol. Un rendement intégral correspond à $25^{gr},5$.

Préparation de la diacétine.

La diacétine peut s'obtenir dans des conditions avantageuses par l'action directe du bibromure d'éthylène sur l'acétate potassique (*), en l'absence de tout dissolvant étranger.

On chauffe l'acétate potassique imprégné de bibromure d'éthylène dans un ballon à fond rond et à col court muni d'un long tube qui sert de réfrigérant, soit au bain d'air, soit au bain de sable. La réaction marche assez rapidement; il est facile d'en constater les progrès à divers signes extérieurs. Le bibromure d'éthylène, qui est très dense, retombe le long des parois du tube réfrigérant et du col du ballon sous forme de gouttelettes; celles-ci sont plus tard remplacées par des stries, alors qu'elles sont constituées en grande partie par de la diacétine. En même temps, la masse solide change d'aspect; l'acétate potassique forme de petites aiguilles, alors qu'il s'est formé du bromure de potassium, la masse devient grenue et pulvérulente.

Il est encore à remarquer que la transformation du

(*) Préalablement fondu et finement pulvérisé.

bibromure en diacétate d'éthylène s'accompagne d'une notable augmentation de volume, au moins un tiers.

	Poids moléculaire.	Densité.	Volume moléculaire.
$C_2H_4Br_2$ . . .	188	2,213	85
$C_2H_4(C_2H_3O_2)$.	146	1,128	130 (*).

La masse solide s'imprègne d'une quantité de liquide de plus en plus considérable et devient moins épaisse à la longue.

Il est bon d'agiter cette masse de temps en temps pour éviter son adhérence à la paroi du ballon.

Il importe aussi de ne faire réagir qu'en plusieurs étapes successives la quantité d'acétate potassique sur la quantité de bibromure employée, la moitié, par exemple; après quelques heures de chauffe, on chasse par une distillation au bain d'air ou au bain de sable le mélange de bibromure et d'acétate éthylénique formé. On fait réagir sur celui-ci la seconde moitié de l'acétate potassique.

L'acétine formée dans ces conditions est remarquable de pureté; mais le rendement en pourrait être plus avantageux. On ne parvient à retirer, même à la suite d'une distillation poussée jusqu'à siccité, que 75 °/₀ de la quantité théorique.

L'addition au bibromure d'une certaine quantité d'acétine, fruit d'une précédente opération, améliore le rendement dans une certaine mesure et diminue la durée de

---

(*) 100 vol. de $C_2H_4Br_2$ en deviennent 153 d'acétate d'éthylène liquide.

l'opération en permettant de chauffer davantage la masse, le point d'ébullition de l'acétine (éb. 186°) étant notablement plus élevé que celui du bibromure (éb. 132°).

Voici le détail d'une opération que nous avons faite :

376 grammes de bibromure d'éthylène, additionnés de 150 grammes de diacétine imprégnant 392 grammes d'acétate potassique fondu et finement pulvérisé, ont été chauffés au bain d'air, dans un ballon à col court, muni d'un tube réfrigérant (*). Après deux heures et demie de caléfaction, toute odeur de $C_2H_4Br_2$ avait disparu. On a distillé au bain d'air, distillation qui a duré environ une heure.

Le produit brut recueilli pesait 420 grammes ; on aurait dû en obtenir 442. C'est un rendement brut de 95 %.

Ce liquide se constitue en presque totalité de diacétine. Soumis à la distillation dans un ballon simple d'abord, puis dans un appareil Lebel, on en a retiré 395 grammes d'acétine bouillant de 186° à 190° (**). C'est un rendement global de près de 90 %.

Si nous défalquons de ces 395 grammes d'acétine les 150 grammes de ce produit déjà existants, il reste 245 grammes qui représentent un rendement de 80 % environ pour cette nouvelle réaction du bibromure, et quand on fait participer aux pertes la quantité d'acétine ancienne, on arrive à un rendement de 90 %.

(*) Le bain d'air est plus avantageux que le bain de sable; on évite ainsi la formation d'une croûte de bromure potassique au fond du ballon.

(**) Il a passé quelques gouttes en dessous de 100° qui sont à n'en pas douter de l'acétone et une vingtaine de grammes de 116° à 120° qui sont de l'acide acétique, puis le thermomètre a monté brusquement à 186° pour s'y maintenir fixe.

TRANSFORMATION DU BIBROMURE D'ÉTHYLÈNE EN GLYCOL.

A. — *Par l'alcool méthylique.*

Première portion. — 300 grammes d'acétate potassique sec, non fondu (perdant à la fusion 7 % de son poids) ont été dissous à chaud dans 300 grammes d'alcool méthylique. On y a ajouté 25 grammes d'eau et 290 grammes de bibromure d'éthylène (*). Une partie de celui-ci reste non dissoute.

On a chauffé pendant trois heures dans l'autoclave à 150° environ; le manomètre marquait 20 atmosphères. Une légère pression existait à l'ouverture de l'appareil.

Une croûte de bromure potassique cristallisé s'était formée au-dessus de la couche restante de bibromure d'éthylène non dissous et non attaqué.

Le tout a été mêlé intimement et l'on a encore chauffé, dans les mêmes conditions, pendant *une* bonne heure à 150°.

Toute odeur de $C_2H_4Br_2$ avait disparu.

Seconde portion. — Les mêmes quantités que précédemment ont été chauffées dans les mêmes conditions, d'abord pendant *deux* heures, puis après avoir brisé la croûte de KBr, pendant *une* heure encore.

Les deux masses ont été réunies. On les a essorées à la trompe. Le bromure de potassium a été soigneusement lavé, d'abord trois fois avec le mélange d'alcool méthylique et d'acétate de méthyle provenant de la distillation

---

(*) Soit 3 molécules d'acétate et 1 $^1/_2$ molécule de bibromure.

d'une partie du liquide filtré, enfin avec 150 grammes d'alcool méthylique nouveau.

Toute la masse liquide a été soumise à une nouvelle caléfaction dans l'autoclave depuis 8 heures du matin jusqu'à 6 heures du soir, c'est-à-dire pendant dix heures ; à 2 heures, le thermomètre marquait 165° et le manomètre 26 atmosphères; à six heures, la pression étant la même, la température n'était plus que de 151°.

L'appareil a été ouvert le lendemain matin ; on a constaté une légère pression. Le liquide a été soumis à la distillation dans les conditions ordinaires (*).

Ce qui passait de 100° à 190° a été soumis à une distillation nouvelle dans un appareil de Lebel et Henninger à quatre boules. Il a passé de 100° à 105° de l'eau, de 115° à 120° de l'acide acétique, puis le chronomètre s'est élevé rapidement à 190°.

(*) Le bromure de potassium n'est pas d'une insolubilité absolue dans les liquides qui interviennent dans la préparation du glycol. Celui-ci notamment en dissout des quantités appréciables ; 100 p. en dissolvent 18 à 196°-200° et 12 à 12° (1).

En se déposant pendant la distillation, ce bromure entrave celle-ci désagréablement en déterminant des soubresauts. Pour y mettre fin, on laisse refroidir, on essore et on lave à la trompe avec de l'alcool méthylique anhydre.

L'acétate potassique est soluble aussi dans les liquides employés dans cette préparation. Sa présence rend leur distillation, sinon impossible, du moins fort difficile, en les déterminant à mousser abondamment. Dans ce cas, on détruit l'acétate en ajoutant à la masse liquide froide de l'acide chlorhydrique aqueux jusqu'à ce que du papier de *tropæoline* indique la présence de HCl libre ; on sait que l'acide acétique est inerte sur ce réactif coloré.

(1) Voici des chiffres qui ne manquent pas d'intérêt concernant la solubilité de K_2CO_3 dans le glycol : à l'ébullition, 100 parties en dissolvent 33 et 24 à 12°.

Dans ces deux opérations, *trois* molécules de bibromure d'éthylène ont été employées. On devait obtenir 186 grammes (62 × 3) de glycol ; on en a recueilli 172 grammes, ce qui correspond à un rendement de 92 %.

Afin de n'être plus obligé d'ouvrir l'autoclave, par suite de la formation d'une croûte de KBr au-dessus de la couche du bibromure non dissous, dans un autre essai on a augmenté la quantité d'alcool méthylique de manière à dissoudre tout celui-ci.

310 grammes d'acétate potassique, 282 grammes de bibromure, 400 grammes d'alcool méthylique et 25 grammes d'eau ont été chauffés dans l'autoclave à 165°. Après *une heure et demie* de caléfaction, tout le bibromure avait disparu, et il n'a pas été possible d'en retrouver dans le liquide distillé. Pour achever la réaction, celui-ci a été chauffé de nouveau à 165° dans l'autoclave. Après *trois* à *quatre* heures de chauffe, on a distillé derechef et constaté l'absence de diacétine (*).

Il résulte de là qu'il n'est pas nécessaire de chauffer, dans l'autoclave, le mélange *glycogène* aussi longtemps qu'il a été indiqué dans la première opération dont nous avons donné la relation.

B. — *Par l'alcool éthylique.*

Première portion. — 310 grammes d'acétate potassique, sec, ordinaire, à 93 %, ont été dissous à chaud dans 460 grammes d'alcool éthylique, additionnés de 25 gram-

---

(*) Outre leur différence de volatilité, la diacétine et le glycol se différencient aisément par l'*éther* ordinaire : le glycol y est insoluble, la diacétine, au contraire, s'y dissout aisément.

mes d'eau. On y a ajouté 290 grammes de bromure d'éthylène qui se dissolvent complètement.

On a chauffé pendant une heure, dans l'autoclave, à 150°, sous une pression de 18 atmosphères. Réaction complète ; absence de $C_2H_4Br_2$.

Deuxième portion. — Mêmes quantités et même traitement.

Les deux portions réunies ont été essorées à la trompe et le bromure potassique soigneusement lavé avec le mélange d'alcool et d'acétate d'éthyle provenant de la distillation d'une portion du liquide filtré.

La masse liquide tout entière, additionnée de 50 grammes d'eau, a été chauffée pendant dix heures dans l'autoclave, à 160° à 170°, sous une pression de 18 à 24 atmosphères. On a rectifié à l'appareil Lebel. Il restait environ 60 grammes de diacétine non transformée.

Le glycol déjà formé et la diacétine non encore saponifiée ont été chauffés à nouveau pendant quatre heures, à 160°-170° dans l'autoclave, avec 150 grammes d'alcool nouveau et 20 grammes d'eau. La réaction était complète.

On a recueilli au total 160 grammes de glycol bouillant de 192° à 196°; cela correspond à 86 % de rendement théorique.

Il est à remarquer que les distillations à l'appareil Lebel sont plus longues et doivent être répétées plus souvent alors que l'on se sert de l'alcool éthylique.

Sur les nombreux effets de l'élasticité des liquides [deuxième note] (*); par G. Van der Mensbrugghe, membre de l'Académie.

Dans une communication faite à l'Académie au mois d'août dernier, j'ai indiqué quelques faits qui, selon moi, résultent immédiatement de l'élasticité développée dans les liquides par une compression même légère; aujourd'hui, je me propose de signaler quelques effets produits par l'élasticité des liquides à la suite, non plus d'une compression, mais bien d'une traction.

Et d'abord, rappelons comme un fait connu depuis longtemps par les fabricants de baromètres, qu'après une ébullition prolongée du mercure dans un de ces instruments, on peut parfois redresser celui-ci lentement et avec précaution sans que le mercure quitte la portion tout à fait supérieure du tube; dans ces conditions, le liquide demeure quelquefois suspendu à une hauteur double ou triple de celle qui correspond à la pression atmosphérique ordinaire.

A cet égard, je dois citer le beau travail (**) où notre confrère M. Donny a prouvé que la cohésion des liquides

---

(*) Pour la première note, voir *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XXXII, nº 8, pp. 270-277, 1896.

(**) *Mémoire sur la cohésion des liquides et sur leur adhérence aux corps solides*. (MÉM. COUR. ET DES SAVANTS ÉTRANGERS DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XVII, 1843.)

et l'adhérence qu'ils peuvent contracter avec les solides sont des forces très considérables. Cet habile physicien a démontré que la cohésion des molécules de l'acide sulfurique concentré et leur adhérence au verre sont assez grandes pour soutenir une colonne d'acide à $1^{m},25$ de hauteur. Nous pouvons conclure de là que l'acide est alors dans un état de tension d'autant plus marqué qu'il est plus près du sommet du tube ; conséquemment, il doit régner dans toute la masse une force élastique allant en croissant avec la hauteur, et cette force est partout vaincue par la cohésion même du liquide. D'après cela, il est évident que si le tube n'offrait pas une résistance suffisante, il tendrait nécessairement à s'aplatir sous l'influence de toutes les forces de traction développées dans le liquide.

Un autre moyen de développer de l'élasticité de traction dans un liquide a été signalé par Osborne Reynolds : ce moyen consiste à faire tourner rapidement un tube en U ne contenant qu'un liquide et sa vapeur, tube fixé sur une planchette convenable, autour d'un axe perpendiculaire aux faces de la planchette. L'auteur est parvenu à faire naître ainsi, par l'effet de la force centrifuge, une tension de 5 atmosphères dans l'eau (*).

En 1850 (**), M. Berthelot s'est servi de la méthode de refroidissement pour produire dans un grand nombre de

---

(*) Voir sur le même sujet, l'article intitulé : *On the internal cohesion of liquids and the suspension of a column to a height more than double that of the barometer* (PROCEED. OF THE MANCHESTER LITERARY AND PHILOS. SOC., p. 159, 1877-78).

(**) *Sur la dilatation forcée des liquides.* (ANN. DE CHIMIE, t. XXX, p. 232.)

liquides un état d'extension mécanique très considérable ; il a estimé que l'extension atteignait $^1/_{120}$ du volume total pour l'eau, $^1/_{93}$ pour l'alcool et $^1/_{59}$ pour l'éther.

En 1892, M. Worthington (*) a déterminé pour l'alcool, non seulement l'extension en volume de ce liquide, mais encore la grandeur de la force élastique de traction correspondante. Voici comment a opéré le physicien anglais :

Le liquide est contenu dans un réservoir en verre très solide et rempli à peu près entièrement à la température ordinaire de l'air ; le petit espace non occupé par le liquide renferme seulement sa vapeur. L'air dissous et spécialement la couche d'air adhérente aux parois ont été chassés autant que possible par une ébullition prolongée avant la fermeture du réservoir.

Pour mesurer la force de traction du liquide à chaque instant, un vase de forme ellipsoïdale, rempli de mercure et pourvu d'une tige tubulaire de très petit diamètre intérieur et graduée, avait été introduit d'avance dans le réservoir ci-dessus. Ce vase avait été soumis, au moyen d'une presse hydraulique, à des pressions différentes allant jusqu'à 60 atmosphères, et les niveaux correspondants du mercure avaient été marqués sur la tige. L'élévation du mercure était due à la diminution de capacité du vase qui s'éloigne de la forme sphérique à mesure que la pression extérieure augmente. Réciproquement, le vase se rapproche de cette forme sous l'influence de la

---

(*) *On the mechanical stretching of liquids ; an experimental determination of the volume-extensibility of ethyl-alcohol* (PHIL. TRANSACT. OF THE ROYAL SOC. OF LONDON, vol. 183, A. p. 355, 1892).

traction croissante exercée par le liquide du réservoir contre les parois du vase intérieur.

Par ce procédé, M. Worthington a pu constater que les changements de volume d'une masse liquide sont les mêmes pour des variations de pression positives ou négatives jusqu'à ± 17 atmosphères.

Les faits que je viens de rappeler montrent parfaitement que, dans un liquide, l'élasticité peut se développer à un très haut degré, aussi bien par traction que par compression; dans la note actuelle, je me propose de faire voir que l'élasticité de tension se manifeste sous l'influence de forces relativement bien peu intenses.

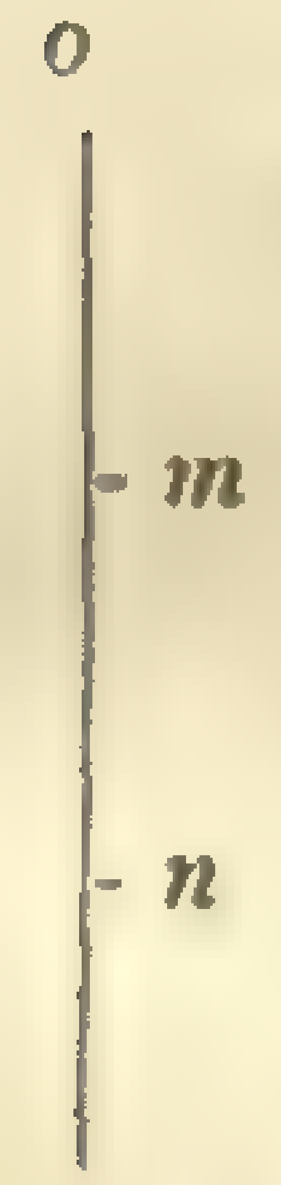


Fig. 1.

Considérons un filet liquide *omn* (fig. 1) qui descend verticalement sous l'action de la pesanteur; soient m et n deux éléments de ce filet, et a la vitesse avec laquelle ils ont quitté le point o, respectivement depuis t et t' secondes; il est évident que pour avoir leur distance au moment actuel, il suffit de prendre la différence des espaces parcourus par m et par n; or on a, abstraction faite de toute cause perturbatrice,

$$om = at + \frac{g}{2} t^2, \quad on = at' + \frac{g}{2} t'^2,$$

g étant l'intensité de la pesanteur; d'où

$$mn = (t' - t) \left\{ a + \frac{g}{2} (t + t') \right\}.$$

Pour avoir la distance des deux éléments à l'instant suivant, il suffit de faire croître t et t' de Δt; la nouvelle distance sera donc

$$(t'-t)\left\{a+\frac{g}{2}(t+t'+2\Delta t)\right\},$$

c'est-à-dire qu'elle sera augmentée de $(t'-t)\,g\Delta t$: quant à l'accroissement relatif de la distance mn, il est égal à

$$\frac{g\Delta t}{a+\frac{g}{2}(t+t')};$$

on voit qu'il est d'autant plus marqué que t et t' sont plus petits (c'est-à-dire que les deux particules sont plus rapprochées du point o) et que la vitesse a est plus faible. Dans une veine ascendante, au contraire, la diminution de la distance de deux particules est d'autant plus grande que t et t' sont plus notables, c'est-à-dire que les deux particules sont plus élevées.

Pour nous faire une idée de l'accroissement de distance que tend à produire la pesanteur dans un filet liquide descendant tel que la vitesse en o soit, par exemple, $0^{m},60$, faisons

$$t=0,\quad t'=\frac{1''}{10},\quad \Delta t=\frac{1''}{10}.$$

Pour la distance initiale des deux particules considérées, nous aurons environ $0^{m},392$, et pour l'accroissement absolu en $1''/_{10}$ à très peu près $0^{m},0981$, soit environ le quart de la distance primitive. On voit par là qu'une veine liquide tombant librement sous l'action de la pesanteur doit être soumise dans toute sa masse à une force élastique de traction très notable. A la vérité, la veine tend à s'amincir de plus en plus sous l'influence de la force de traction développée; mais d'autre part, à mesure que la veine s'allonge, sa surface libre augmente; or, en vertu de la cohésion intérieure plus grande, les molécules destinées à former de nouvelles couches superficielles doivent aller en s'écartant. Il suit de là que l'amincissement doit devenir d'autant plus difficile que la section de la veine est plus petite, et dès lors la force élastique de traction doit s'y manifester davantage. Les physiciens (et j'ai été du nombre) qui n'ont attribué à une pareille veine qu'une tension superficielle comme dans le cas d'une masse liquide en repos, ont donc négligé des forces bien autrement considérables, savoir les forces élastiques de traction développées sans cesse dans la masse entière par l'action de la gravité. On comprend aisément, d'après cela, pourquoi les veines liquides subissent si promptement l'influence des ondes sonores, et même pourquoi chaque veine descendante produit un son qui lui est propre.

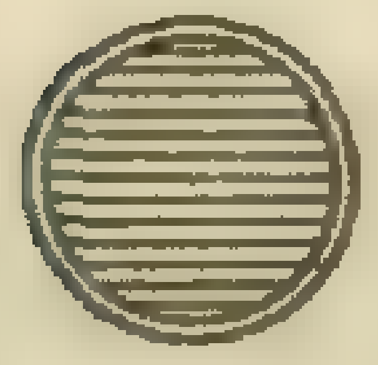
Nous pouvons tirer immédiatement de la proposition qui précède une conséquence des plus importantes, savoir que toute nappe liquide courbe et suffisamment mince, qui descend sous l'action de la pesanteur, est sollicitée par des pressions normales d'autant plus énergiques que les forces de tension distribuées dans toutes les portions, tant intérieures que superficielles de la nappe, sont elles-mêmes plus intenses.

J'ai déjà soumis cette curieuse conséquence à plusieurs vérifications expérimentales; j'espère pouvoir les exposer prochainement avec tous les détails qu'elles comportent; aujourd'hui, je me bornerai à en décrire brièvement une seule.

Un vase cylindrique en zinc ayant environ 9 centimètres de diamètre et 60 centimètres de hauteur (fig. 2), est muni d'un fond présentant une fente circulaire qui a $0^{mm},53$ de largeur et $59^{mm},31$ de diamètre moyen; cette fente est dessinée figure 3; une pièce appropriée sert à boucher l'ouverture pendant qu'on remplit complètement le vase. Dans ces conditions, la vitesse théorique avec laquelle le liquide s'échapperait de l'ouverture circulaire est

$$\sqrt{2g \times 0,60} = 3^{m},42.$$

Fig. 3.



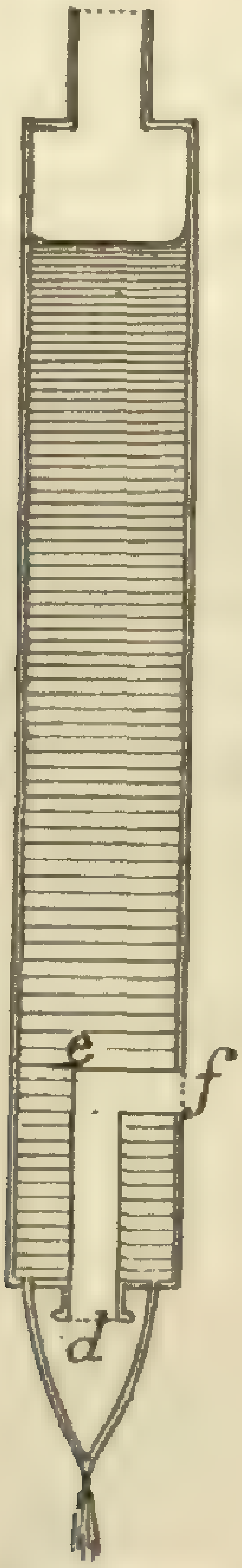


Fig. 2

Lors de l'écoulement, nous devrions donc nous attendre à voir se produire une nappe cylindrique continue, du moins jusqu'à une certaine distance du fond du vase. Mais le résultat que nous avons obtenu a été bien différent : immédiatement après que la pièce bouchant la fente a été enlevée, le liquide jaillissant de celle-ci a formé une nappe qui avait la forme d'un sac fermé allant en se rétrécissant à partir de l'ouverture circulaire jusque dans le voisinage du prolongement de l'axe du vase; ce sac avait d'abord une longueur d'environ 17 centimètres;

mais il devenait de moins en moins long (*), à mesure que la charge diminuait, pour se déchirer quand celle-ci n'était plus que de quelques centimètres de hauteur.

Pour nous rendre compte du résultat de cette expérience, tout à fait analogue à celle imaginée par J. Plateau (**) dans le but de réaliser une lame liquide cylindrique de 3 centimètres de diamètre, nous n'avons qu'à faire remarquer que chaque filet liquide de la nappe est soumis à l'action de la pesanteur d'une part, de l'autre à celle de la force élastique de traction signalée ci-dessus; chaque point de la masse liquide constituant la nappe courbe est donc soumis à une pression normale à la surface et résultant de l'ensemble de toutes les tensions élémentaires distribuées dans la masse entière; voilà pourquoi la nappe s'infléchit si rapidement vers l'axe près duquel elle se ferme pour donner ensuite lieu à un jet liquide tumultueux et de forme irrégulière. Comme la force élastique de tension augmente à mesure que la charge diminue, il n'est pas étonnant que le sac se raccourcisse graduellement, jusqu'au moment où la force en question en détermine la rupture.

Lorsque la fente, au lieu d'avoir environ $0^{mm},3$ de largeur, est deux fois moins large, tout en ayant le même diamètre moyen, la nappe jaillissante se déchire en une multitude de points avant de pouvoir atteindre l'axe, et la formation du sac conique devient impossible.

(*) L'appareil était muni d'un tube *def* recourbé à angle droit en *e* et ouvert aux deux bouts *d*, *f*, afin que l'air limité par le sac fermé communiquât toujours librement avec l'air extérieur.

(**) *Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires*, Paris, Gauthier-Villars, 1873, t. II, p. 454.

Note relative à quelques conditions d'équilibres infra-électriques et à la conduction de cette énergie (*) ; par P. De Heen, membre de l'Académie.

Avant d'aborder l'étude des équilibres infra-électriques, qui, comme nous le verrons, ne sont que la traduction des équilibres électro-statiques, il n'est pas inutile d'émettre quelques réflexions sur le caractère invraisemblable que présentent les notions que nous possédons actuellement sur le spectre. Si nous considérons un corps partant d'une température relativement basse, laquelle s'élève progressivement, nous le voyons d'abord produire dans l'éther ambiant des vibrations relativement longues, lesquelles en rencontrant d'autres corps développeront à leur tour dans ceux-ci l'énergie chaleur, représentant un travail mécanique. Puis la température s'élevant toujours, nous constatons l'existence de vibrations plus courtes, qui, chose étrange, ne se manifestent à nous que grâce à l'organe excessivement délicat de la vue, mais incapables de se traduire par un travail mécanique appréciable. Si enfin nous dépassons une certaine limite de vibration, nous voyons réapparaître l'énergie mécanique, mais cette fois sous la forme électrique. Est-il vraisem-

---

(*) Ce travail constitue la suite d'une première note intitulée : *Note sur la théorie du radiomètre, sur la photographie Le Bon et sur la nature de l'électricité.* Voir BULLETIN DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 3^e série, t. XXXII, p. 75, 1896.

blable d'admettre dans ces conditions que les vibrations lumineuses intermédiaires ne déterminent aucune énergie appréciable, pour cette simple raison que leur onde est intermédiaire entre l'onde électrique et l'onde calorifique? Rien ne paraît moins acceptable et, au contraire, tout porte à croire que les rayons lumineux, de même que les rayons de plus petite longueur d'onde, développent une énergie analogue à l'énergie électrique, mais douée d'une faculté de dissipation si grande qu'elle nous a échappé jusqu'à ce jour.

La photographie nous a révélé cette énergie que nous avons désignée sous le nom d'infra-électricité. Celle-ci correspondant à un temps de vibration plus long dans l'éther condensé qui recouvre les conducteurs, elle se distinguera de l'électricité proprement dite par un caractère semblable à celui qui distingue la lumière rouge de la lumière violette. Tandis que l'électricité constitue un agent excitateur de la réaction photographique, l'infra-électricité constitue un agent continuateur.

Nous allons voir qu'en admettant que les éléments infra-électriques se repoussent, de même que les électricités de même nom, et en admettant également que pour cet agent le bois et le papier sont moins bons conducteurs que les métaux, on peut prévoir et expliquer des impressions photographiques dans les conditions les plus variées.

Composons le châssis, indépendamment de sa plaque de verre, d'une planchette de hêtre ou de bois quelconque de 1 $^1/_2$ à 2 millimètres d'épaisseur *p*, contre laquelle s'applique une plaque photographique *p'* sur laquelle on a appliqué une bande de papier d'étain *f*, le tout étant enveloppé du papier noir p'' qui sert à préserver les plaques photographiques. (Ces objets sont évidemment en contact, mais nous les avons indiqués par des traits séparés afin de rendre la figure plus claire.) Supposons maintenant que l'on vienne à éclairer, soit à l'aide de rayons solaires, soit à l'aide des rayons d'une lampe à arc (c'est ce dernier procédé que nous avons suivi), la partie supérieure *ab* de la planchette, relativement *peu conductrice de l'infra-électricité.* Cette énergie s'étant développée, sous l'influence des rayons, sur la surface *ab*, continuera à y séjourner en plus grande abondance qu'en *bc* qui se trouve à l'ombre. D'autre part, ces diverses surfaces étant en contact, l'infra-électricité ne tardera pas à se répandre sur la surface sensible. Mais il est facile de voir que cet agent, étant prédominant en *ab*, exercera aussi une action répulsive, prédominante sur celui répandu en *a'b'*, lequel sera refoulé d'autant plus facilement sur la surface *b'c'* que la bande d'étain facilitera cet écoulement. La surface *b'c'*, correspondant à l'ombre, étant donc la plus infra-électrisée, sera aussi la plus vivement impressionnée. La planche I nous montre ce phénomène. La planche II nous montre le résultat inverse que l'on obtient à l'aide d'une plaque non voilée.

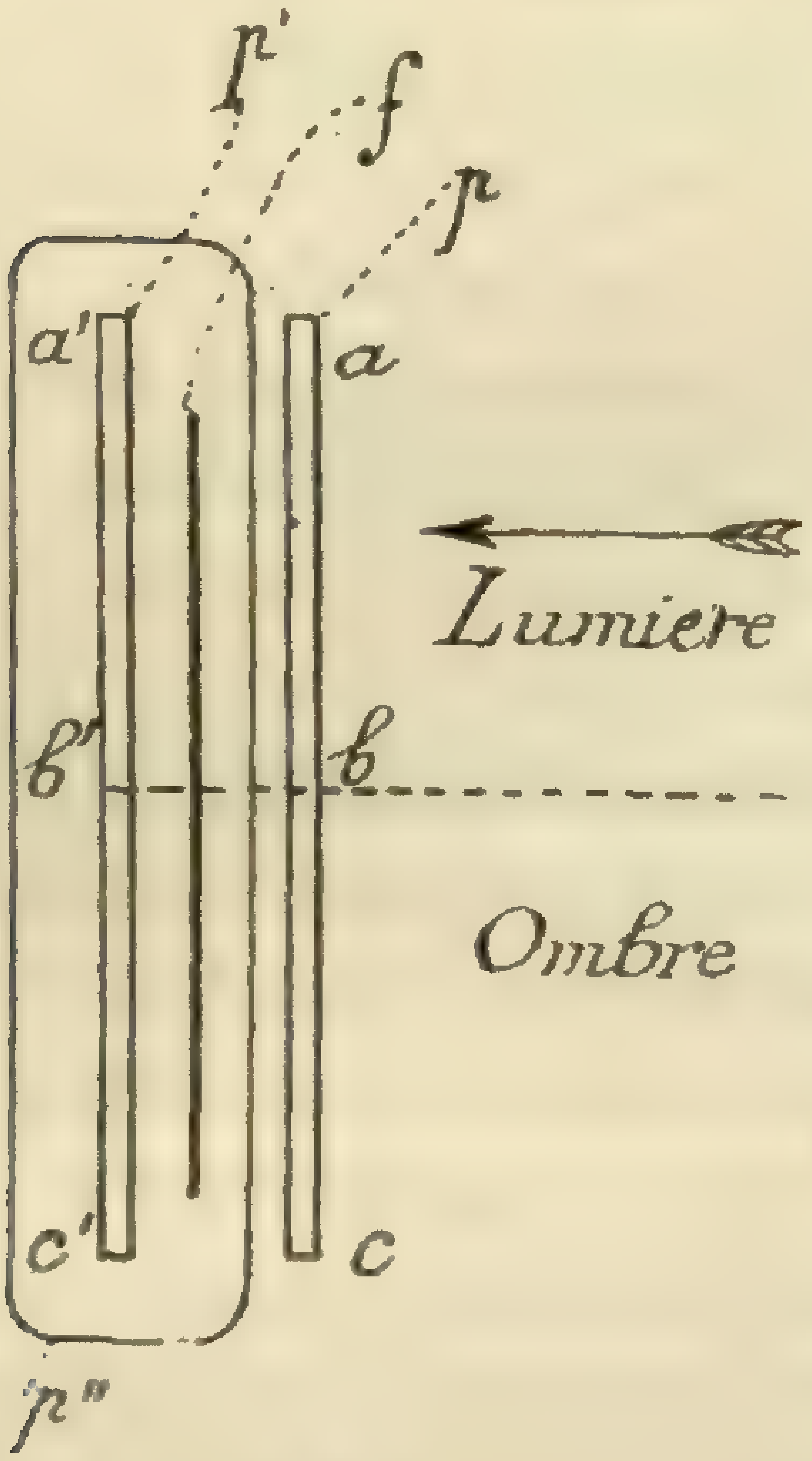


FIG. 1.

L'impression obtenue est alors le résultat du passage de radiations proprement dites.

Au lieu de faire usage d'une plaque photographique en une pièce, nous pouvons la séparer en deux parties, *ab* et *cd*, et réunir celle qui correspond à la lumière à celle qui correspond à l'ombre, à l'aide d'une feuille d'étain. Dans ces conditions encore, la plaque *cd* sera plus fortement impressionnée que la plaque *ab*. On remarque aussi que la plaque est non seulement plus fortement impressionnée sous la feuille d'étain en *ab*, mais que souvent le même résultat s'obtient en *cd*. La planche III représente la plaque *cd*; l'impression ainsi obtenue est marquée en A, B, C. Une simple lame de verre placée en *ab* fournit du reste le même résultat.

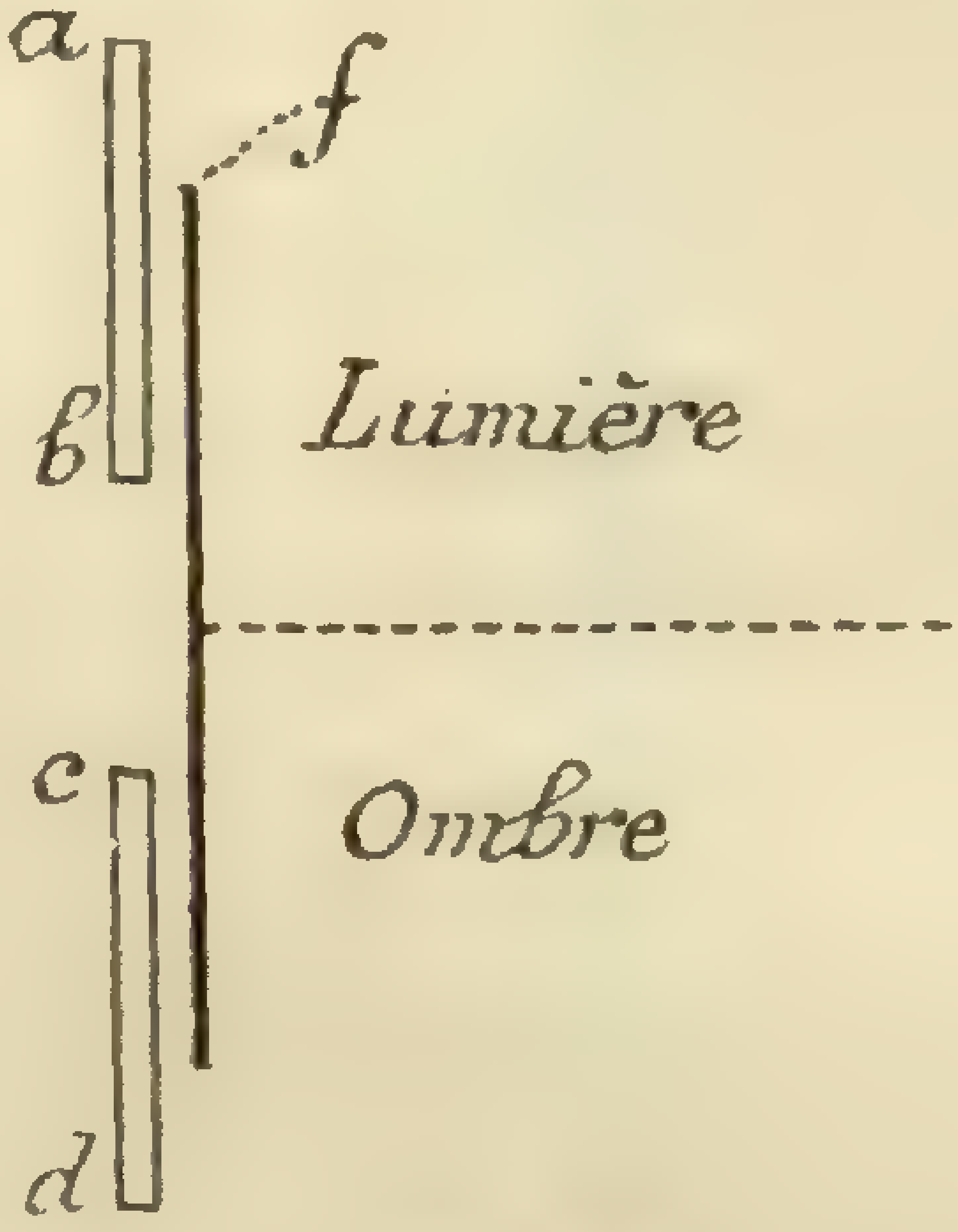


Fig. 2.

Si enfin on supprime la portion de plaque *ab* pour ne laisser subsister que la feuille d'étain *f* (fig. 3), on obtient encore une impression plus forte sous celle-ci. Mais dans ces conditions, la perte d'énergie est beaucoup plus grande et l'impression par conséquent beaucoup plus faible. La planche III nous montre les impressions obtenues sous les feuilles

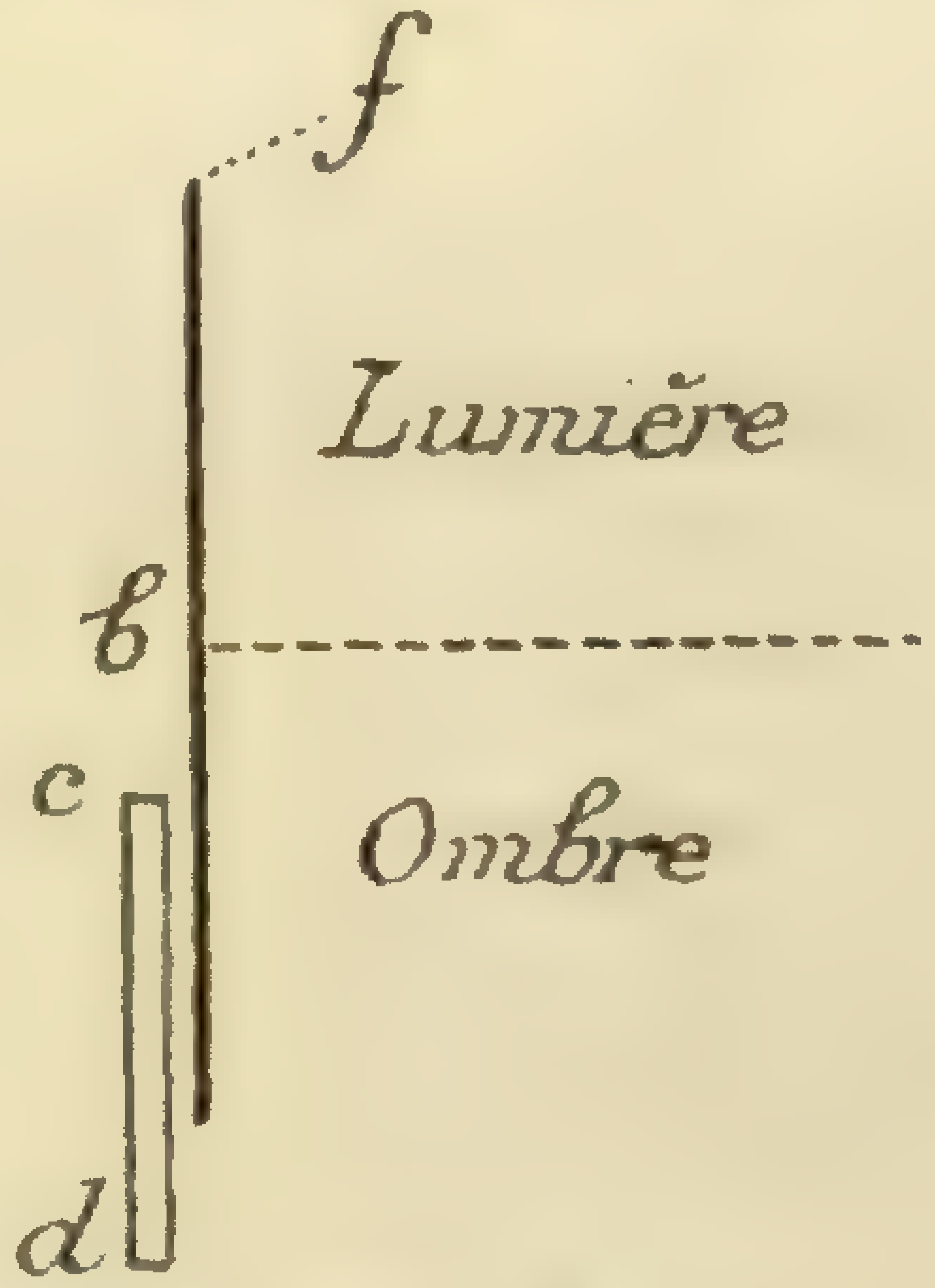


Fig. 3.

d'étain dans ces conditions en E, F. L'infra-électricité se dissipant facilement, il importe de faire en sorte que la longueur *bc* ne soit pas trop grande.

Il est aisé de reproduire ces conditions d'équilibre à l'aide de l'électricité. A cet effet, considérons une feuille de carton relativement peu conductrice de l'électricité et sur laquelle on a collé une feuille d'étain *abc*; des électroscopes sont placés en *e* et en *e'* (fig. 4). Si l'on électrise ce système à l'aide d'un excitateur, on remarque que la surface *ab* qui représente la surface infra-électrisée sous l'influence des rayons, repousse l'électricité de la face opposée sur la partie inférieure de la feuille d'étain, de telle manière que l'électroscope *e'*, qui correspond à l'ombre dans la première expérience, se relève davantage que l'électroscope *e*.

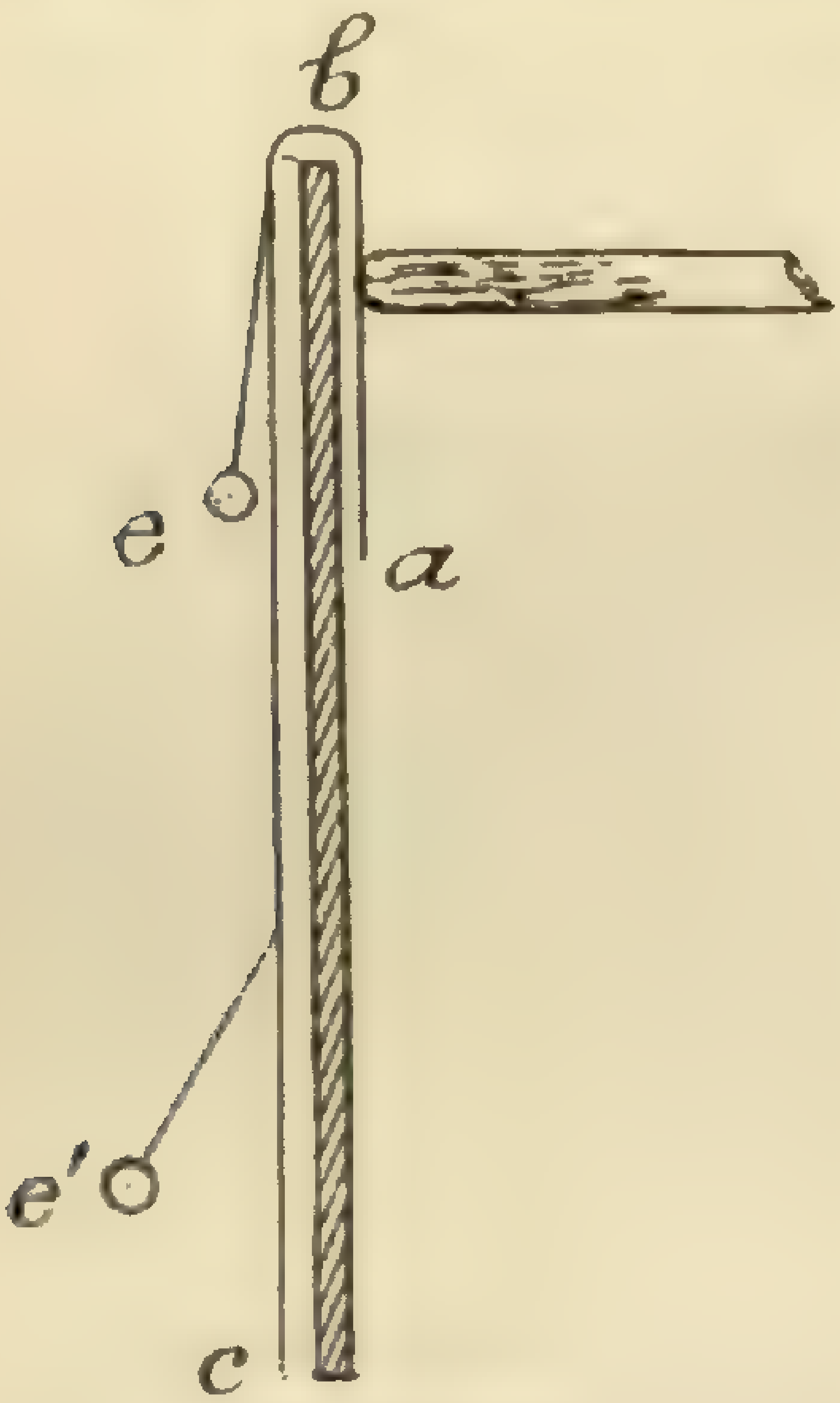


Fig. 4.

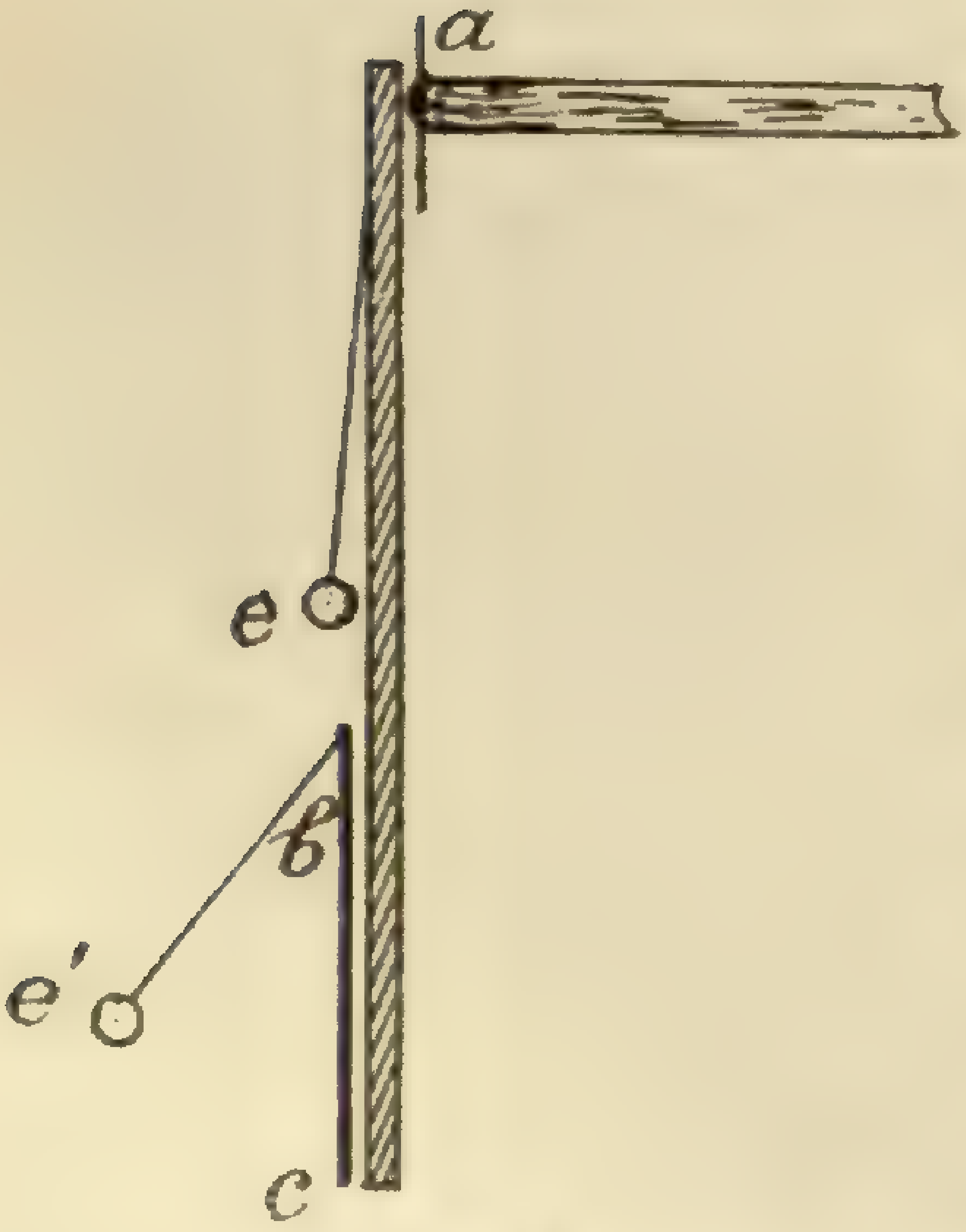


Fig. 5.

Une expérience semblable nous a également montré comment il se fait que l'impression infra-électrique est plus forte sous la feuille d'étain (fig. 5). Considérons encore une feuille de carton; en *a* se trouve collée une bande d'étain en contact avec l'excitateur et qui représente donc la surface infra-électrisée sous l'influence des rayons; à la partie inférieure de la face opposée se trouve une feuille d'étain *be*. Si dans ces conditions on électrise *a*, on remarque que l'électroscope *e'*, placé derrière la feuille d'étain, se relève considérablement alors que l'électroscope *e* est encore immobile.

Reprenons maintenant la disposition (fig. 1) et substituons à la planchette *p* une feuille d'étain, laquelle est parfaitement conductrice. Dans ces conditions, l'infra-électricité développée en *ab* se répandra instantanément sur toute la surface de la feuille. L'influence de l'ombre deviendra donc nulle ou négligeable.

Nous avons obtenu de cette manière l'épreuve (IV). Elle est obtenue à l'aide de deux bandes d'étain *a* et *b*, la moitié de chacune d'elles étant dans l'ombre, la deuxième moitié en pleine lumière. On constate que la limite d'ombre et de lumière n'a produit aucune trace sensible. Mais on remarque que ces deux bandes d'étain ont constitué une espèce de drainage du flux infra-électrique qui a été amené latéralement. Entre ces deux lames, l'infra-électricité du bord supérieur a tenté de se réunir à l'infra-électricité du bord inférieur. Il s'est dès lors produit un écoulement par les lignes de moindre résistance, de manière à produire une impression veinée.

D'autres clichés nous ont montré cet écoulement infra-électrique d'une manière très marquée en répétant l'expérience correspondante à la planche I. On remarque que cet agent, partant du bord de la partie éclairée, se dirige vers l'ombre en suivant la direction des flèches *abcd*. (fig. 6). Mais le fait véritablement surprenant qui résulte de cette expérience réside dans cette circonstance que les *courants* infra-électriques, au lieu d'impressionner davantage la plaque, reconstituent au contraire celle-ci dans son état primitif en faisant disparaître en ces points toute trace du voile qu'on avait produit lors de sa préparation. Ce phénomème de reconstitution s'est manifesté d'une manière très remarquable sur le cliché (pl. I). Il semble donc que l'infra-électricité produise des actions inverses suivant qu'on la considère à l'état de repos ou à l'état de mouvement. On pourrait, à vrai dire, supposer deux infra-électricités de noms contraires, déterminant des actions photographiques inverses, mais nous n'avons pas réussi à interpréter d'autres faits à l'aide de cette hypothèse.

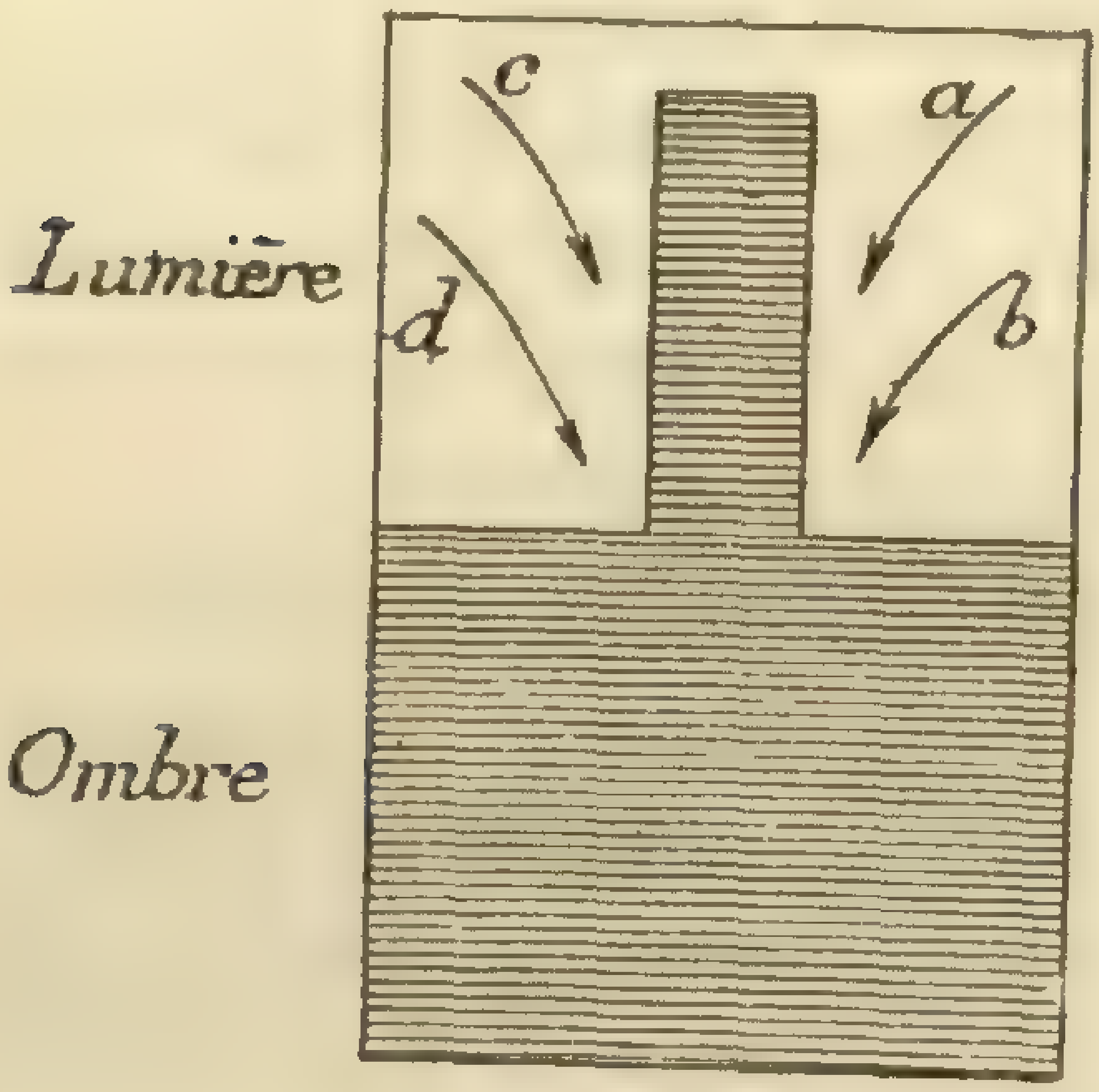
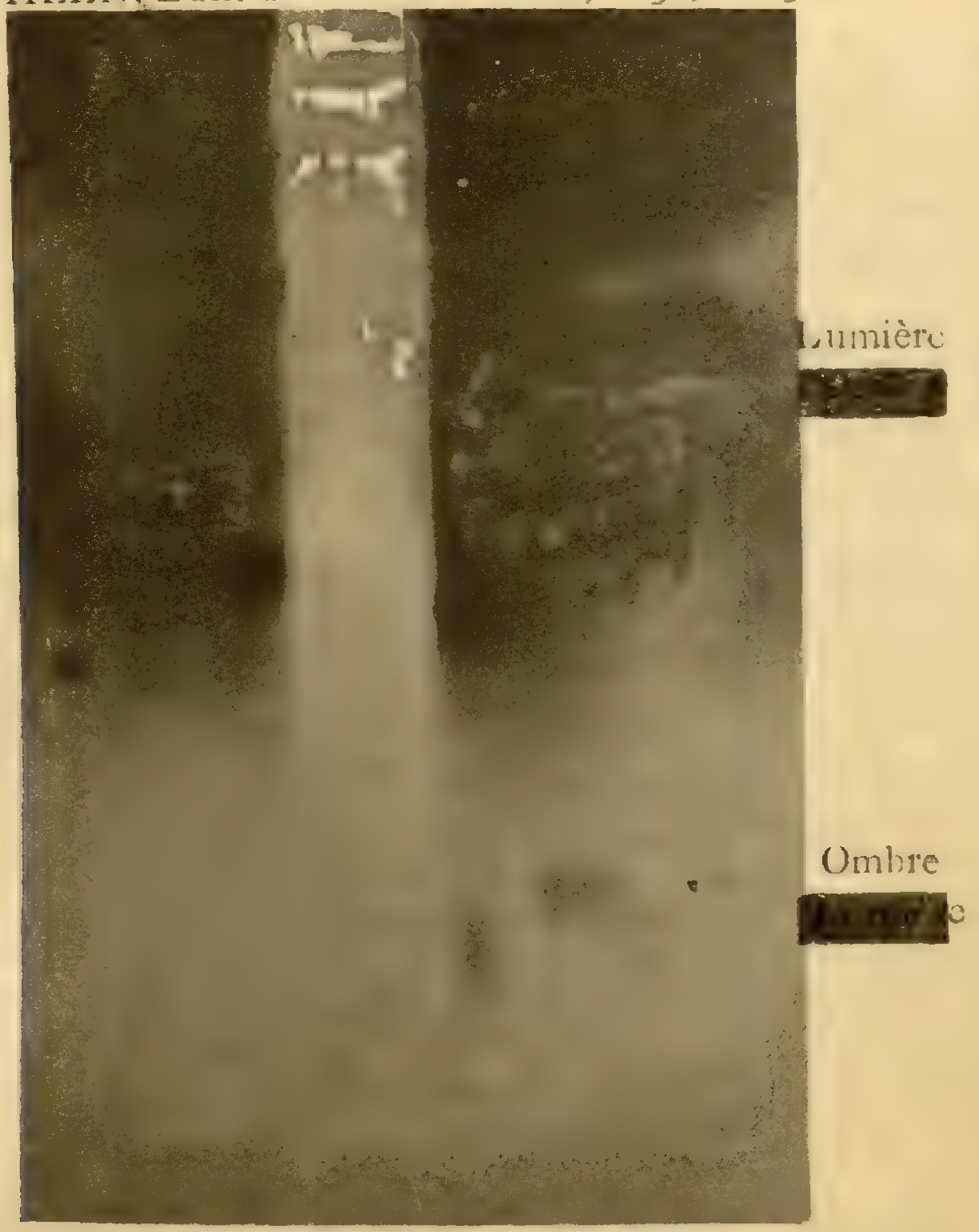


Fig. 6.

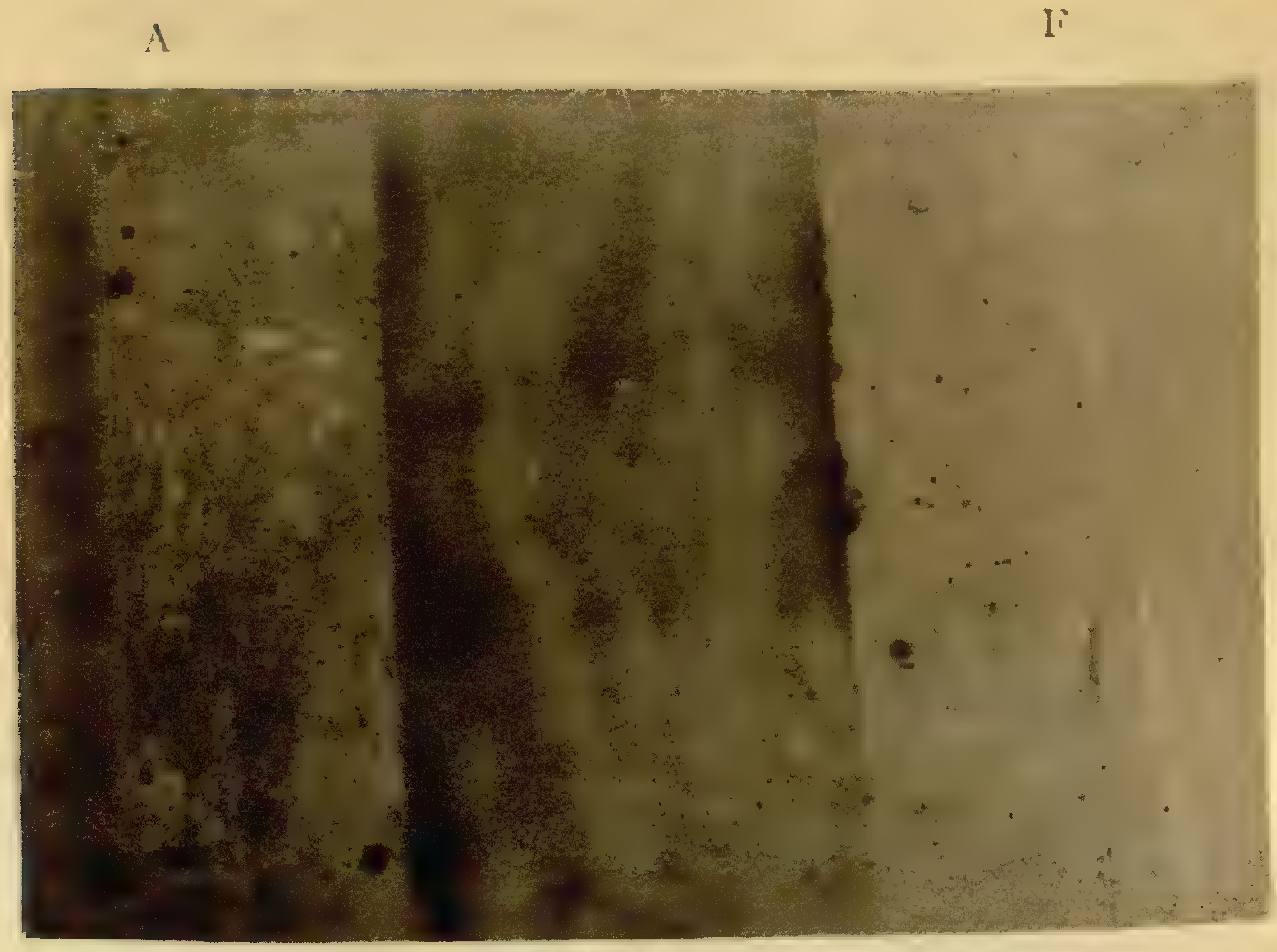
Si la plaque photographique, au lieu de remplir complètement le cadre du châssis, est de plus petite dimension et se trouve placée au centre de ce cadre, l'écoulement *a*, *b*, *c*, *d* n'est plus marqué, mais après l'exposition on constate une impression plus régulière, mais beaucoup moins marquée, dans laquelle l'ombre correspond toujours à la partie la plus impressionnée.

Nous avons enfin recherché si le pouvoir photogénique de l'infra-électricité dont le temps de vibration correspond au rouge est différent des pouvoirs photogéniques des infra-électricités correspondant aux autres parties du spectre. Nous nous sommes servi à cet effet de châssis munis de verres rouge, vert et bleu; et nous avons

P. DE HEEN, Bull. de l'Acad. T. XXXII, 1896, N^os 9-10.

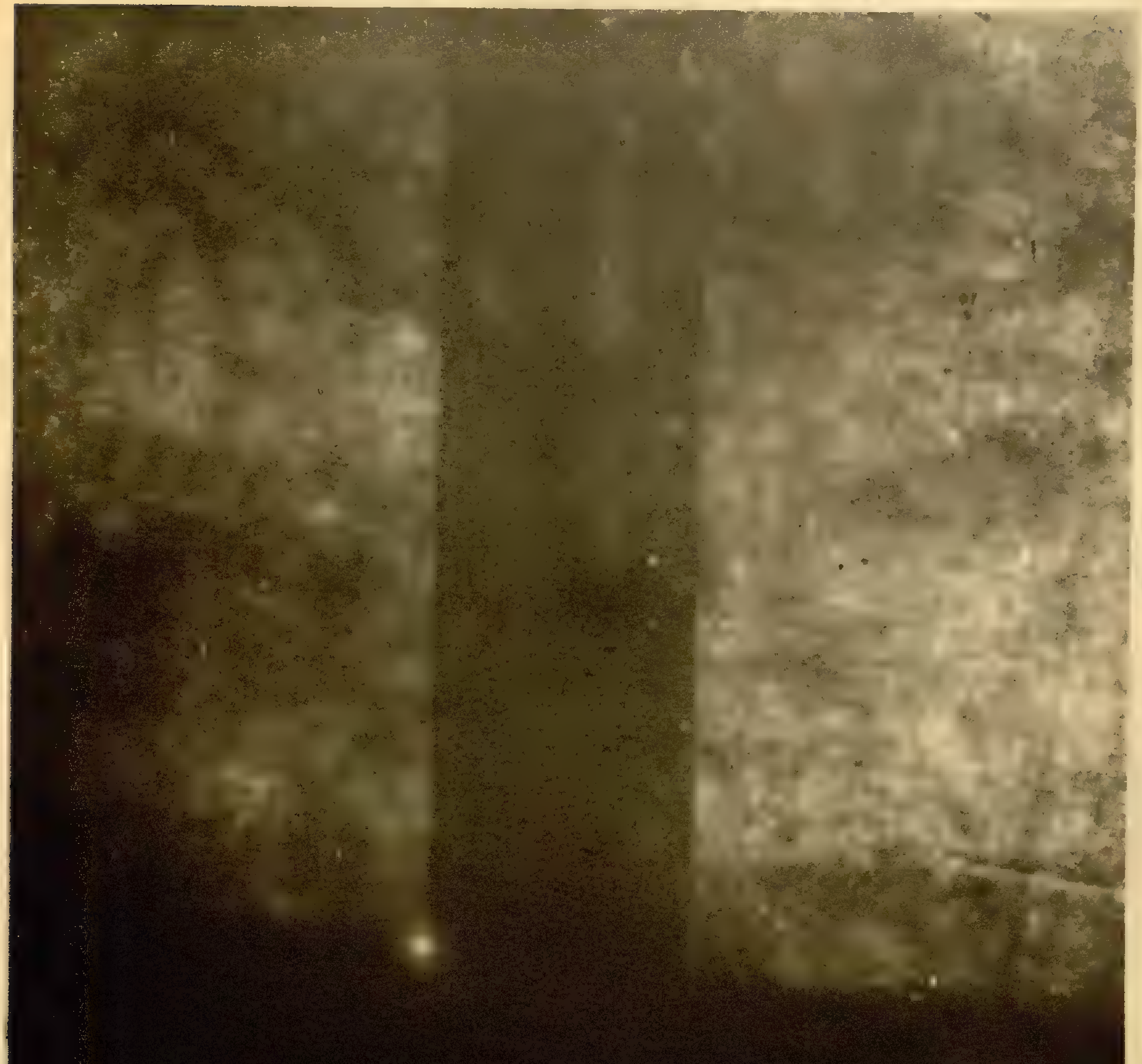

Lumière
[redacted]
Ombre
[redacted]

PL. I



PL. IV

P. DE HEEN, Bull. de l'Acad. T. XXXII, 1896, Nos 9-10.



Lumiè

Ombr

PL. II

PL. III

observé que ce pouvoir croît quand on passe du rouge au violet. Il importe de remarquer que l'infra-électricité correspondant au rouge possède encore ce pouvoir d'une manière assez marquée.

Quelques propriétés du déterminant d'un système transformable; par Jacques Deruyts, membre de l'Académie.

Soit $p_1, p_2 \ldots p_r$ un système transformable réel, composé de fonctions entières, isobariques homogènes et des mêmes degrés pour les coefficients de formes algébriques et les variables de différentes séries analogues à $x_1 \ldots x_n$. A ce système, il correspond des équations linéaires

$$\delta^\varepsilon P_i = \theta_{i1}p_1 + \theta_{i2}p_2 + \cdots + \theta_{ir}p_r, \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$
$$i = 1, 2, \ldots r,$$

dans les conditions suivantes : P est la transformée de p_i par la substitution

$$x_j = \alpha_{j1}X_1 + \alpha_{j2}X_2 + \cdots + \alpha_{jn}X_n \quad (j = 1, 2, \ldots n) \; (\mathrm{S})$$

de module

$$\delta = (\pm\, \alpha_{11}\alpha_{22} \ldots \alpha_{nn});$$

les lettres θ désignent des fonctions entières des paramètres α de la substitution S et l'exposant ε est un nombre entier, au plus égal au degré total des fonctions p par rapport aux différentes séries de variables.

Les quantités p que nous considérons, peuvent être linéairement dépendantes; nous supposerons les formules (1) écrites sous forme *normale;* en d'autres termes, s'il existe entre les p des relations

$$\lambda_1 p_1 + \lambda_2 p_2 + \cdots + \lambda_r p_r = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

à coefficients numériques, les fonctions θ doivent satisfaire aux conditions

$$\lambda_1\theta_{i1} + \lambda_2\theta_{i2} + \cdots + \lambda_r\theta_{ir} = 0, \quad . \quad . \quad . \quad (2')$$

ce qui est toujours possible et d'une seule manière, d'après un théorème de Clebsch (*).

La note actuelle se rapporte aux propriétés des éléments θ du déterminant des équations (1) :

$$\Delta = \begin{vmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \ldots & \theta_{1r} \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \ldots & \theta_{2r} \\ . & . & . & . \\ \theta_{r1} & \theta_{r2} & \ldots & \theta_{rr} \end{vmatrix}.$$

I. *Si* $\mathfrak{p}_1, \mathfrak{p}_2 \ldots \mathfrak{p}_r$ *sont linéairement indépendants, le déterminant* Δ *est une puissance du module* δ *de la substitution* S.

En effet, écrivons $p = p(e)$, en désignant par e les éléments (variables et coefficients de formes) dont $p_1 \ldots p_r$ dépendent. Soient $e1, e2 \ldots er$ des éléments analogues à e et $p1 = p(e1), \ldots pr = p(er)$; on déduit facilement des équations (1)

$$\begin{vmatrix} \mathrm{P}1_1 & \mathrm{P}1_2 & \ldots & \mathrm{P}1_r \\ \mathrm{P}2_1 & \mathrm{P}2_2 & \ldots & \mathrm{P}2_r \\ . & . & . & . \\ \mathrm{P}r_1 & \mathrm{P}r_2 & \ldots & \mathrm{P}r_r \end{vmatrix} = \delta^{-\varepsilon r}\Delta . \begin{vmatrix} p1_1 & \ldots & p1_r \\ p2_1 & \ldots & p2_r \\ . & . & . \\ pr_1 & \ldots & pr_r \end{vmatrix}.$$

Ainsi le déterminant $(\pm\, p1_1\ p2_2 \ldots pr_r)$, qui est différent de zéro, se reproduit, à part un facteur, après la

---

(*) *Mémoires de la Société des sciences de Göttingue,* t. XVII.

substitution S. Il résulte d'un théorème connu que le facteur $\delta^{-tr}\Delta$ est une puissance de δ; il en est donc de même de Δ.

Si $\mathrm{p}_1 \ldots \mathrm{p}_r$ *sont linéairement dépendants,* Δ *est nul,* car on a entre les éléments des rangées de Δ les relations linéaires (2′) correspondant aux équations (2).

Soit comme précédemment $\sum\lambda_i p_i = 0$, une relation du premier degré entre $p_1 \ldots p_r$; en multipliant les r équations (1) par $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_r$ et en faisant la somme, on a :

$$\delta^t \sum \lambda_i \mathrm{P}_i = p_1 \sum \lambda_i \theta_{i1} + \cdots + p_r \sum \lambda_i \theta_{ir}.$$

Dans cette équation, le premier membre est nul; le second membre, étant écrit sous forme normale, doit être nul identiquement; donc on a, outre les relations (2′) :

$$\sum \lambda_i \theta_{i1} = 0, \ldots \sum \lambda_i \theta_{ir} = 0.$$

Ainsi, aux relations linéaires (2) des quantités p, il correspond les mêmes relations entre les colonnes et les rangées de Δ.

D'ailleurs, entre les colonnes de Δ, il ne peut exister aucune autre relation linéaire,

$$\sum \lambda'_i \theta_{i1} = 0, \ldots \sum \lambda'_i \theta_{ir} = 0,$$

distincte des précédentes, car on en déduirait une nouvelle relation $\sum \lambda'_i p_i = 0$ entre les quantités (p). Dans un déterminant nul, il existe le même nombre de relations linéaires entre les colonnes et les rangées; donc, *les* *relations linéaires des colonnes ou des rangées de* Δ *sont exactement semblables à celles qui ont lieu entre* $\mathrm{p}_1 \ldots \mathrm{p}_r$.

II. Les substitutions

$$x_j = \beta_{j1}X'_1 + \beta_{j2}X'_2 + \cdots + \beta_{jn}X'_n, \quad (\mathrm{S}')$$
$$X'_j = \alpha_{j1}X_1 + \alpha_{j2}X_2 + \cdots + \alpha_{jn}X_n, \quad (\mathrm{S}_1)$$

ont pour résultante

$$x_j = \gamma_{j1}X_1 + \gamma_{j2}X_2 + \cdots + \gamma_{jn}X_n, \quad (\mathrm{S}'')$$

si l'on prend

$$\gamma_{\mu\nu} = \sum\nolimits_{l=1}^{n} \beta_{\mu l}\alpha_{l\nu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Soient P′, P″ les transformées des p relativement aux substitutions S′, S″ de modules

$$\delta_1 = (\pm \beta_{11} \ldots \beta_{nn}), \quad \delta\delta_1 = (\pm \gamma_{11} \ldots \gamma_{nn}).$$

En appliquant les formules (1) aux substitutions S′, S_1, on a :

$$\delta_1^{\varepsilon}\mathrm{P}'_i = \theta_{i1}(\beta)\,p_1 + \cdots + \theta_{ir}(\beta)\,p_r,$$
$$\delta^{\varepsilon}\mathrm{P}''_i = \theta_{i1}(\alpha)\,\mathrm{P}'_1 + \cdots + \theta_{ir}(\alpha)\,\mathrm{P}'_r,$$

puis

$$(\delta\delta_1)^{\varepsilon}\mathrm{P}''_i = \sum p_h\left[\theta_{i1}(\alpha)\,\theta_{1h}(\beta) + \cdots + \theta_{ir}(\alpha)\,\theta_{rh}(\beta)\right].$$

Si l'on emploie directement la substitution S″, on a :

$$(\delta\delta_1)^{\varepsilon}\mathrm{P}''_i = \sum p_h\theta_{ih}(\gamma).$$

Les deux expressions précédentes de $(\delta\delta_1)^i P''_i$ doivent être identiques, car elles sont normales par rapport aux quantités p. Conséquemment, *les éléments* θ *du déterminant* Δ *satisfont aux équations fonctionnelles*

$$\theta_{ih}(\gamma) = \theta_{i1}(\alpha)\,\theta_{1h}(\beta) + \cdot\cdot + \theta_{ir}(\alpha)\,\theta_{rh}(\beta), \quad . \quad . \quad (4)$$

les quantités γ *étant définies par la formule* (3).

Cas particulier. — Supposons $p_1 \ldots p_r$ linéairement indépendants et prenons $\beta_{kj} = \alpha'_{kj}$, en désignant par $\alpha'_{kj}\delta$ le mineur de α_{jk} dans le déterminant $\delta = (\pm\, \alpha_{11} \ldots \alpha_{nn})$. Les substitutions S', S_1 sont inverses et S'' est la substitution identique; dans les conditions actuelles, $\theta_{ih}(\gamma)$ est égal à 1 ou à 0 suivant que l'on a $h = i$ ou non (*); on obtient par la formule (4) :

$$\sum\nolimits_{\rho=1}^{r} \theta_{\rho h}(\alpha')\,\theta_{i\rho}(\alpha) = \begin{cases} 0, & i \gtrless h \\ 1, & i = h \end{cases}.$$

Cette relation est analogue à celle qui existe entre les éléments de $(\pm\, \alpha_{11} \ldots \alpha_{nn})$ et leurs mineurs $\alpha'\delta$. On en déduit facilement que le déterminant

$$\Delta' = \left[\pm\, \theta_{11}(\alpha') \ldots \theta_{rr}(\alpha')\right]$$

a pour valeur $\frac{1}{\Delta}$ et qu'un déterminant partiel de Δ' s'obtient en divisant par Δ le déterminant partiel complémentaire de Δ.

(*) Il n'en est plus de même quand $p_1 \ldots p_r$ sont linéairement dépendants, car une quantité p n'est pas alors sa propre expression normale.

III. Soient $x1$, $x2$, ... xn, n séries de n variables analogues à (x); en remplaçant dans les fonctions $\theta = \theta(\alpha_{kj})$ les lettres α_{kj} par xj_k, nous déduisons des expressions $P_i\delta^{\varepsilon}$ [formule (1)] des fonctions invariantes de même poids,

$$\varphi_i = p_1\theta_{i1}(xj_k) + \cdots + p_h\theta_{ih}(xj_k) + \cdots + p_r\theta_{ir}(xj_k).$$

En effet, si le degré total des fonctions p pour les différentes séries de variables est représenté par ρ, le produit

$$\varphi_i(\pm x1_1 \dots xn_n)^{\rho-\varepsilon}$$

est invariant et a le poids $-\rho$ (*).

Les fonctions

$$\theta_{i1}(xj_k) \dots \theta_{ir}(xj_k),$$

qui servent à exprimer φ_i, sont homogènes et des mêmes degrés en $x1$, $x2$, ... xn. D'autre part, le poids de φ_i étant constant quel que soit i, les quantités $\theta_{ih}(xj_k)$ sont isobariques et leurs poids relatifs aux indices 1, 2, ... n, sont les mêmes pour $i = 1, 2, \dots r$, quand h est constant.

Il résulte de ces remarques que *dans le déterminant* Δ, *les éléments des rangées* $\theta_{i1}, \theta_{i2}, \dots \theta_{ir}$ (*ou des colonnes* $\theta_{1i}, \theta_{2i}, \dots \theta_{ri}$) *sont homogènes et des mêmes degrés par rapport aux éléments des colonnes* $\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots \alpha_{nj}$ *du module* δ (*ou par rapport aux éléments des rangées* $\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots \alpha_{jn}$).

IV. Les propriétés que nous venons d'établir caractérisent le déterminant Δ d'un système transformable; en

---

(*) Voir notre *Essai d'une théorie générale des formes*, p. 69. (MÉM. DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE LIÉGE, 2e série, t. XVII.)

d'autres termes, *si des fonctions* $\theta(\alpha_{kj})$ *satisfont aux équations* (4) *et aux conditions d'homogénéité précédentes, il existe des systèmes de quantités se transformant suivant les formules* (1).

En effet, soient $a1, a2, \dots an$ les coefficients de n formes linéaires et $A1, A2, \dots An$ leurs transformées par la substitution S. Remplaçons dans les formules (3) les lettres $\beta_{\upsilon l}$ par $a\upsilon_l$; nous aurons :

$$\gamma_{\upsilon\nu} = \sum\nolimits_l \alpha_{l\nu} a\upsilon_l = A\upsilon_\nu,$$

et la relation (4) devient :

$$\theta_{ih}(A\upsilon_\nu) = \theta_{i1}(\alpha)\theta_{1h}(a\upsilon_\nu) + \cdots + \theta_{ir}(\alpha)\theta_{rh}(a\upsilon_\nu).$$

Les fonctions

$$p'_i = (\pm x1_1 \dots xn_n)^\varepsilon \theta_{ih}(a\upsilon_\nu)$$

sont entières, homogènes, des mêmes degrés et isobariques; elles se transforment suivant les formules

$$\delta^\varepsilon P'_i = \theta_{i1} p'_1 + \cdots + \theta_{ir} p'_r$$

analogues à (1). On pourrait du reste remplacer facilement $p'_1, p'_2, \dots p'_r$ par d'autres quantités cogrédientes.

Par un raisonnement analogue au précédent, on obtient des quantités $q_1 \dots q_r$ se transformant suivant les formules

$$q_i = \theta_{1i} Q_1 + \theta_{2i} Q_2 + \cdots + \theta_{ri} Q_r;$$

on peut prendre $q_i = \theta_{hi}(x\nu_\upsilon)$, en donnant à h l'une des valeurs $1, 2, \dots r$: la vérification résulte des équations (3), (4), moyennant le changement des lettres $\alpha_{\upsilon\nu}$, $\beta_{\upsilon\nu}$ en $X\nu_{\upsilon}$ et $\alpha_{\upsilon\nu}$.

V. Pour compléter les résultats précédents, nous rechercherons les systèmes de quantités cogrédientes à $p_1 \dots p_r$ (qui se transforment suivant le déterminant Δ, à part une puissance du module δ de la substitution S).

Nous considérerons d'abord un système transformable $l_1, l_2, \dots l_s$, composé des coefficients linéairement indépendants d'un covariant primaire χ'; ce cas particulier nous permettra de traiter facilement la question générale.

Soient

$$L_i = \lambda_{i1} l_1 + \lambda_{i2} l_2 + \dots + \lambda_{is} l_s, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

les équations de transformation du système (l), les lettres λ représentant des fonctions entières $\lambda(\alpha)$ des paramètres α.

Le covariant primaire χ' associé à (l) s'écrit symboliquement :

$$\chi' \equiv O \prod_{j=1}^{n-1} (\pm\, a1_{x1} a2_{x2} \dots aj_{xj})^{mj} (\pm\, a1_1 \dots an_n)^{\pi};$$

π est le poids de χ'; les exposants m sont déterminés par les degrés χ' en $x1 \dots \overline{xn-1}$; enfin, O est une somme de polaires relatives aux coefficients a.

Les coefficients linéairement indépendants $l_1 \dots l_s$ de χ' peuvent être choisis de différentes manières, mais ils comprennent toujours la source de χ' que nous prendrons pour premier terme l_1. Nous aurons ainsi :

$$l_1 \equiv O \prod (\pm\, a1_1 a2_2 \dots aj_j)^{mj} (\pm\, a1_1 \dots an_n)^{\pi}; \quad . \quad (5)$$

les autres termes l_i s'écriront :

$$l_i \equiv 0 \sum a1_h \dots (\pm a1_k a2_l) \dots (\pm a1_1 \dots an_n)^\pi . \quad .(5'')$$

Si l'on écrit $L_i = L_i(\alpha_{\upsilon\nu})$, on obtient par un changement de notation :

$$L_i(x\nu_\upsilon) \equiv 0 \sum a1_{xh} \dots (\pm a1_{xk} a2_{xl}) \dots (\pm a1_{x1} \dots an_{xn})^\pi ;$$

on a d'autre part, d'après la formule (5) :

$$L_i(x\nu_\upsilon) = \lambda_{i1}(x\nu_\upsilon) l_1 + \lambda_{i2}(x\nu_\upsilon) l_2 + \cdots + \lambda_{is}(x\nu_\upsilon) l_s .$$

Identifions les multiplicateurs de l_1 dans les deux expressions de $L_i(x\nu_\upsilon)$; en tenant compte de l'équation (5'), nous obtenons :

$$\lambda_{i1}(x\nu_\upsilon) = \sum xh_1 \dots (\pm xk_1 xl_2) \dots (\pm x1_1 \dots xn_n)^\pi .$$

Remplaçons enfin les lettres $x\nu_\upsilon$ par $a\upsilon_\nu$; nous avons :

$$\lambda_{i1}(a\upsilon_\nu) = \sum a1_h \dots (\pm a1_k a2_l) \dots (\pm a1_1 \dots an_n)^\pi ,$$

et par la formule (5'') :

$$l_i \equiv 0 \lambda_{i1}(a\upsilon_\nu) . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Donc, les coefficients linéairement indépendants l_i d'un covariant primaire χ' se déduisent des termes λ de leur tableau de transformation.

VI. Reprenons maintenant le système $p_1, p_2, \dots p_r$ correspondant aux équations (1) et supposons que les fonctions p dépendent seulement des coefficients de formes algébriques. Alors, dans les formules (1), ε est nul et on a :

$$P_i = \theta_{i1} p_1 + \theta_{i2} p_2 + \cdots + \theta_{ir} p_r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Les termes linéairement indépendants de la suite $p_1 \ldots p_r$ forment un système transformable et sont des combinaisons du premier degré des coefficients linéairement indépendants l_1, l_2, ... l_s; m_1 ... m_t; ... de covariants primaires χ', χ'', ... (*); on a ainsi :

$$p_i = c_{i1} l_1 + \cdots + c_{is} l_s + e_{i1} m_1 + \cdots + \varepsilon_{it} m_t + \cdots, \quad (7')$$

les lettres c, e, ... désignant des facteurs numériques.

Nous écrirons pour les transformées L, M, ... des coefficients l, m, ... :

$$\left.\begin{array}{l} L_i = \lambda_{i1} l_1 + \cdots + \lambda_{is} l_s, \\ M_i = \mu_{i1} m_1 + \cdots + \mu_{it} m_t, \text{ etc.} \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7'')$$

et nous prendrons pour l_1, m_1, ... les sources des covariants χ', χ'', ...

Par la formule (6), nous aurons :

$$l_i \equiv O_1 \lambda_{i1} (av_y),$$
$$m_i \equiv O'_1 \mu_{i1} (av_y), \text{ etc.},$$

et la relation (7') devient :

$$p_i \equiv O_1 \left[c_{i1} \lambda_{11}(a) + \cdots + c_{is} \lambda_{s1}(a) \right] + O'_1 \left[e_{i1} \mu_{11}(a) + \cdots + e_{it} \mu_{t1} \right] + \cdots \quad (8)$$

(*) Voir *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XXXII, pp. 84 et 85.

Dans le second membre de la dernière équation, on peut introduire au lieu des λ les fonctions θ. En effet, on a par (7′) :

$$P_i = c_{i1}L_1 + \cdots + c_{is}L_s + e_{i1}M_1 + \cdots$$

et par (7″) :

$$P_i = l_1(c_{i1}\lambda_{11} + \cdots + c_{is}\lambda_{s1}) + \cdots + m_1(e_{i1}\mu_{11} + \cdots + e_{it}\mu_{t1}) + \cdots$$

On déduit aussi des formules (7), (7′) :

$$P_i = l_1(c_{11}\theta_{i1} + \cdots + c_{r1}\theta_{ir}) + \cdots + m_1(e_{11}\theta_{i1} + \cdots + e_{r1}\theta_{ir}) + \cdots$$

Dans les deux expressions précédentes de P_i, les multiplicateurs de l_1, m_1, ... doivent être identiques, car les quantités l, m, ... sont linéairement indépendantes; on a donc :

$$\begin{aligned} c_{i1}\lambda_{11} + \cdots + c_{is}\lambda_{s1} &= c_{11}\theta_{i1} + \cdots + c_{r1}\theta_{ir} \\ e_{i1}\mu_{11} + \cdots + e_{it}\mu_{t1} &= e_{11}\theta_{i1} + \cdots + e_{r1}\theta_{ir}, \text{ etc.} \end{aligned}$$

La formule (8) devient ainsi :

$$p_i \equiv O_1\left[c_{11}\theta_{i1}(a) + \cdots + c_{r1}\theta_{r}(a)\right] + O'_1\left[e_{11}\theta_{i1}(a) + \cdots + e_{r1}\theta_{ir}(a)\right] + \cdots,$$

ou encore :

$$p_i \equiv O'\theta_{i1}(av_\nu) + \cdots + O^{r\prime}\theta_{ir}(av_\nu), \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

les lettres O' ... O^r désignant des agrégats d'opérations polaires relatives aux coefficients a. Donc, *les termes* p *d'un système transformable, dépendant seulement des coeffi-*

cients de formes algébriques, se déduisent symboliquement des éléments $\theta(\alpha_{\upsilon\nu})$ *du déterminant* Δ*, par un changement de notation et des opérations polaires.*

VII. Pour considérer le cas général, supposons que les fonctions p dépendent de variables (y), (z), ... analogues à (x) et respectivement aux degrés ρ', ρ'', ...

La loi de transformation des quantités p est exprimée par les formules (1)

$$P_i\delta^\varepsilon = \theta_{i1}(\alpha)p_1 + \cdots + \theta_{ir}(\alpha)p_r,$$

où l'on a :

$$\varepsilon \overset{=}{<} \rho' + \rho'' + \cdots;$$

nous écrirons :

$$P_i\delta^\rho = \theta_{i1}(\alpha)\delta^w . p_1 + \cdots + \theta_{ir}(\alpha) . \delta^w . p_r \quad . \quad . \qquad (10)$$

en prenant

$$\rho = \rho' + \rho'' + \cdots$$

et

$$w = \rho' + \rho'' + \cdots - \varepsilon.$$

Soient

$$l1_x \ldots \overline{ln-1}_x, \; l'1_x \ldots$$

des formes linéaires et

$$p'_i = \left(\pm l1l2\ldots\overline{ln-1}\,\frac{d}{dy}\right)^{\rho'}\left(\pm l'1\ldots l'\overline{n-1}\,\frac{d}{dz}\right)^{\rho''}\ldots p_i; \qquad (11)$$

on a inversement :

$$p_i = \left(\pm y\,\frac{d}{dl1}\cdots\frac{d}{dln-1}\right)^{\rho'}\left(\pm z\,\frac{d}{dl'1}\cdots\frac{d}{dl'n-1}\right)^{\rho''}\ldots p'_i, \qquad (11')$$

en négligeant un facteur numérique.

Par les formules (10) et (11), on obtient :

$$P'_i = \theta_{i1}(\alpha)\delta^w . p'_1 + \cdots + \theta_{ir}(\alpha)\delta^w p'_r;$$

l'équation (9) est applicable aux quantités p' qui dépendent seulement des coefficients de formes algébriques; on a donc :

$$p'_i \equiv O'\theta_{i1}(a).(\pm a1_1 \dots an_n)^w + \cdots + O^{r'}\theta_{ir}(a).(\pm a1_1 \dots an_n)^w,$$

et par la formule (11′) :

$$p_i \equiv \Theta_1\theta_{i1}(a).(\pm a1_1 \dots an_n)^w + \cdots + \Theta_r\theta_{ir}(a).(\pm a1_1 \dots an_n)^w, \quad (12)$$

les lettres Θ représentant des agrégats de polaires et de ρ′, ρ″, … opérations telles que

$$\left(\pm y\frac{d}{dh}\cdots\frac{d}{dk}\right), \quad \left(\pm z\frac{d}{dh}\cdots\frac{d}{dk}\right)\cdots$$

où h, k, … sont des coefficients de formes linéaires.

Ainsi, *on peut exprimer par la formule* (12) *tous les systèmes de quantités* p *qui se transforment suivant le déterminant* $[\pm \theta_{11}(\alpha) \dots \theta_{rr}(\alpha)]$, *à part une puissance du module* $\delta = (\pm \alpha_{11} \dots \alpha_{nn})$.

Du reste, si on choisit convenablement les opérateurs Θ pour que le second membre de l'équation (12) représente une fonction homogène, on obtient, quel que soit w, un système $p_1 \dots p_r$ transformable, correspondant au déterminant Δ.

Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone. [Sixième communication] (*); par Maurice Delacre, correspondant de l'Académie.

Dans de précédentes communications, j'ai étudié l'action de la potasse sur la dypnopinacone. Ce réactif important pour l'objet de mes recherches exerce, à partir de la dypnopinacone, une série d'actions qui est représentée pratiquement par les équations suivantes :

$$\text{(I)} \qquad C^{32}H^{28}O^{2} \quad = \quad \underset{\text{Isodypnopinacoline}}{C^{32}H^{26}} \quad + \quad H^{2}O$$

$$\text{(II)} \qquad C^{32}H^{26}O + H^{2}O = C^{7}H^{6}O^{2} + C^{25}H^{22}$$

$$\text{(III)} \qquad C^{25}H^{22} + H^{2} \quad = C^{25}H^{24}$$

L'équation I donne seulement de l'isodypnopinacoline, tandis que l'équation II est applicable tout aussi bien à l'isodypnopinacoline α et aux dypnopinacolines, soit directement, soit indirectement.

Au contraire, l'action de la potasse suit une autre voie dès que l'on s'adresse à l'isomère obtenu par l'action solaire ou à ses dérivés; après la suite des transpositions

---

(*) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XX, p. 463, 1890; t. XXII, p. 470, 1891; t. XXVII, p. 36, 1894; t. XXIX, p. 849, 1895; t. XXXII, p. 95, 1896.

dont l'étude a fait l'objet du mémoire précédent, on arrive à une scission probablement identique à celle dont je viens de donner l'équation. Cependant l'hydrocarbure que l'on obtient ainsi est différent de celui que j'ai décrit comme produit de scission de l'isodypnopinacoline α et des dypnopinacolines, et répondant à la formule $C^{25}H^{22}$. Il y a donc encore une série de recherches à faire sur ce point.

Les faits que je me propose de décrire aujourd'hui, bien que basés sur l'emploi du même réactif, sont d'un autre ordre et tiennent à des causes qu'il est difficile d'expliquer. Il s'agit d'une simple isomérisation de la dypnopinacone et cette transformation s'opère dans des conditions bien déterminées de concentration du réactif.

Les pinacones, comme la plupart des composés de ce genre, ne possèdent guère de réactions en propre ; étant donnée leur déshydratation facile, les dérivés auxquels ils peuvent donner naissance sont ou peuvent être souvent considérés plutôt comme des dérivés de la pinacoline qui leur correspond. Heureusement, dans le cas de la dypnopinacone, la diversité des pinacolines dérivant de ce bialcool peut devenir une façon absolument irréprochable de le caractériser. On sait que dans cet ordre d'idées, la dypnopinacone, traitée par l'acide acétique, donne, par simple cristallisation et avec des rendements pour ainsi dire théoriques, la dypnopinacoline α se présentant en magnifiques cristaux jaune intense et possédant elle-même des réactions tout à fait nettes et caractéristiques.

Les isomères de la dypnopinacone (homodypnopinacones) que je vais décrire aujourd'hui ne se comportent pas de la même façon ; ils peuvent cristalliser facilement de l'acide acétique et ce n'est que par une longue ébullition que ce dissolvant exerce sur eux une action déshydratante ; la dypnopinacoline que l'on obtient ainsi (homodypnopinacoline) a des réactions absolument différentes de celles de la dypnopinacoline ordinaire, et l'on peut, en suivant cette voie, arriver à une synthèse nouvelle de la chaîne benzénique, en passant par une série de corps nettement distincts, comme propriétés et comme aptitudes, des dérivés que j'ai décrits dans les communications que j'ai eu l'honneur de faire précédemment à l'Académie.

Mais, étant données les réactions nettes qui permettent de différencier la dypnopinacone des homodypnopinacones et qui établissent sans doute possible leur existence comme espèces définies, un intérêt spécial s'attache aux conditions dans lesquelles se forment et se décomposent les homodypnopinacones; elles font de cette isomérisation un fait que je considère comme nouveau (*).

La dypnopinacone, traitée par la potasse alcoolique à $^1/_{10000}$ d'alcali, se transforme en partie en homodypnopinacone; celle-ci, isolée et cristallisée dans l'acide acétique, traitée dans les mêmes conditions par le même réactif plus concentré, soit à $^1/_{5\,000}$ environ, revient au composé primitif; toutes les réactions de l'homodypnopinacoline en solution alcaline sont celles de la dypnopinacone ou plutôt de l'isodypnopinacoline. On se trouve donc en présence de ce fait étrange que l'homodypnopinacone qui se produit (et peut-être qui se produit seulement en solution

---

(*) Je ne connais aucun fait de ce genre; s'il en existait à la connaissance de quelque lecteur de ce travail, je lui serais reconnaissant de bien vouloir me les signaler.

alcaline) se détruit par le même réactif dès qu'on en augmente la concentration ou qu'on en prolonge l'action.

Action de la potasse alcoolique à $^1/_{10\,000}$ *sur la dypnopinacone.* — On mélange 6 grammes de dypnopinacone pure, 300 grammes d'alcool à 92° rectifié sur de la chaux (*), et 6 gouttes (**) de solution normale de potasse caustique. On fait bouillir le mélange au bain de vapeur, à reflux, pendant trois heures et on abandonne le ballon sans le bouger de place pendant la nuit, après y avoir ajouté une goutte d'acide acétique. Le plus souvent, il s'est déposé au bout de ce laps de temps de belles aiguilles absolument blanches de dypnopinacone; quelquefois il s'est formé aussi un léger dépôt de mamelons jaune paille. Cette dernière circonstance est la plus favorable; la cristallisation de dypnopinacone a eu le temps de se faire complètement et ce qui se dépose par la suite est de l'homodypnopinacone pure. Cependant, il est peu avantageux d'attendre que ce phénomène se produise pour séparer, car on dépasse souvent le but et il devient fort difficile d'isoler l'isomère mélangé à beaucoup de dypnopinacone. Quoi qu'il en soit, on décante la solution dans un matras bien propre; s'il se produit encore des aiguilles blanches de dypnopinacone pure, on décante une seconde fois dans un matras propre, puis on laisse la cristallisation se continuer pendant plusieurs jours.

(*) On peut éviter cette rectification en augmentant un peu la proportion de potasse pour neutraliser l'*acidité* de l'alcool, par exemple en employant 8 gouttes au lieu de 6.

(**) Les gouttes sont comptées au moyen d'un compte-gouttes « normal » Mann et Ilgen; 20 gouttes $= 15^{cc},5\ \frac{N}{10}$; 1 goutte $= 0^{gr},00434$ KOH.

On s'évite beaucoup de peines en mettant dans des flacons séparés différentes « qualités » du produit, suivant qu'il est plus ou moins mélangé de dypnopinacone, et en les purifiant séparément.

Le rendement moyen de cent cinquante opérations est de $1^{gr},5$ d'homodypnopinacone; il oscille entre $0^{gr},6$ et parfois 2 grammes et même $2^{gr},5$. La dypnopinacone que l'on retire directement atteint environ le même poids.

Pour chaque opération, il reste donc en solution environ 3 grammes; on peut, par des concentrations et des cristallisations méthodiques, séparer une quantité notable de dypnopinacone et de son isomère, mais il arrive un moment où le produit se dépose à l'état liquide. J'examinerai plus tard les produits secondaires que l'on peut isoler à ce moment (*).

HOMODYPNOPINACONE α.

Par le procédé qui vient d'être indiqué, il est rare que l'on obtienne directement un produit pur. Généralement il est plus ou moins souillé de dypnopinacone. Lorsque la cristallisation s'est faite lentement, la séparation mécanique par lévigation dans l'alcool suffit. En cas contraire et lorsque le mélange ne contient que peu de dypnopinacone, on peut retirer celle-ci en extrayant par une petite quantité d'alcool bouillant jusqu'à ce que celui-ci ne dépose plus de cristaux incolores de dypnopinacone.

L'homodypnopinacone est finalement recristallisée de l'acide acétique, dissolvant peu avantageux, mais qui présente, à un autre point de vue, l'avantage de prouver

---

(*) L'étude de ces produits secondaires fera l'objet de mon prochain mémoire; j'y décrirai une nouvelle homodypnopinacone.

dans le produit l'absence de dypnopinacone. Celle-ci est en effet déshydratée par l'acide acétique ; la dypnopinacoline α se dépose en cristaux jaune vif, très caractéristiques.

Un mode de purification qui donne des rendements meilleurs et des cristaux plus nets est la dissolution dans la benzine à chaud et la cristallisation lente après addition de ligroine.

L'homodypnopinacone se présente en gros cristaux vitreux, jaune très faible, fondant à 128°. L'analyse et la détermination cryoscopique de ce dérivé prouvent que c'est un simple isomère de la dypnopinacone.

Substance. . .	0,4935	0,5052	
Eau.	0,2878	0,2954	
CO^2.	1,5520 0,0088 0,0009	1,5884 0,0092 0,0010	Calculé pour $C^{32}H^{28}O^2$
C %.	86,34	86,30	86,49
H %.	6,48	6,49	6,31

Détermination cryoscopique :

	Benzène 19gr,7623	Congélation	5°,020	
Substance	0,1043	Congélation	4°,944	M. 347
	0,2245		4°,850	378
	0,5330		4°,670	385
	0,6619		4°,605	403
	0,8089		4°,510	404

A défaut de l'ensemble de preuves qui découle du présent travail, les nombreuses préparations que j'ai faites de ce corps dans les circonstances les plus diverses, et l'action pour ainsi dire nulle de l'acide acétique à froid, établiraient d'une façon indiscutable son existence comme espèce chimique.

L'homodypnopinacone α peut même cristalliser de l'anhydride acétique ; dans les conditions ordinaires d'une cristallisation, je n'ai pas constaté d'action de ce réactif. Le chlorure d'acétyle lui-même peut servir de simple dissolvant, et à ce sujet il en sera fait mention plus loin pour différencier les homodypnopinacones α et β.

Ces réactifs se comportent différemment à chaud. J'ai peu étudié l'action de l'anhydride; l'action du chlorure d'acétyle devient peu intéressante après celle de l'acide acéto-chlorhydrique qui sera examinée plus loin; quant à l'acide acétique, c'est le meilleur réactif de l'homodypnopinacone. Après une longue ébullition, il provoque la déshydratation du produit et la formation d'une dypnopinacoline nouvelle : l'homodypnopinacoline α.

Action de la potasse alcoolique sur l'homodypnopinacone α. — Ce réactif régénère la dypnopinacone, mais comme celle-ci est facilement attaquée avec formation d'isodypnopinacoline α, la réaction a été difficile à démêler. Voici une série d'essais instructifs, faits simultanément, et que je choisis dans les expériences nombreuses que j'ai exécutées :

	HOMO-DYPNOPINACONE.	ALCOOL.	$\frac{\text{KOH}}{\text{N}}$	TEMPS.	*Résultats.*
	grammes.	grammes.	gouttes (1).	heures.	
I	0,5	50	2	3	Homodypnopinacone et dypnopinacone.
II	1	50	20	$1\ ^1/_2$	Dypnopinacone.
III	1	50	20	$3\ ^1/_2$	Isodypnopinacoline α.

(*) Vingt gouttes du compte-gouttes Saleron employé ici correspondent à $10^{cc},5$ d'une solution $\frac{N}{10}$ d'acide; 1 goutte = $0^{gr},00294$ KOH.

Après ébullition au bain-marie pendant l'intervalle indiqué, on laisse cristalliser après avoir filtré, et le résultat est indiqué d'après le produit qui se dépose ainsi.

On voit donc que l'homodypnopinacone régénère déjà la pinacone en solution renfermant la moitié moins de KOH que celle qui a servi à la former.

La régénération de la dypnopinacone dans cette circonstance présentait pour l'étude que je poursuis un intérêt spécial.

En effet, la potasse à 1 % déshydrate la dypnopinacone pour donner un anhydride différent de celui qu'on obtient par déshydratation normale; cependant il m'avait été impossible de m'arrêter à la simple isomérisation de la pinacone pour arriver ensuite graduellement à sa déshydratation. Comme je l'ai déjà mentionné (*), l'action incomplète de la potasse donne un corps semi-liquide soluble dans l'alcool que, malgré des essais répétés, je n'ai pu amener à un état convenable pour l'étude. Je croyais à ce moment que le mélange soluble dans l'alcool contenait une certaine quantité de la pinacone cherchée, la potasse agissant à la fois et d'une façon peu nette, et comme isomérisant, et comme déshydratant. Je n'ai pu confirmer cette manière de voir et j'en suis venu à supposer plutôt que le corps soluble dans l'alcool contient de l'alcali, car la dypnopinacone est beaucoup plus soluble dans l'alcool alcalinisé que dans ce dissolvant seul. Cette interprétation se trouve confirmée par les faits que je décris aujourd'hui et qui semblent prouver que la pina-

---

(*) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* 3e sér., t. XXIX, p. 456, 1895.

cone correspondant à l'isodypnopinacoline α n'est pas susceptible d'exister.

Avant que l'expérience n'eût pu me conduire à cette notion, j'avais fondé sur l'homodypnopinacone l'espoir d'arriver à isoler la pinacone qui devrait correspondre à l'isodypnopinacoline. J'ai cru devoir mettre tous mes soins à cette recherche, car son existence prouvée ou rejetée doit avoir une grande importance pour déterminer la nature de l'isomérie entre la dypnopinacoline α et l'isodypnopinacoline.

Une circonstance spéciale me fit espérer avoir atteint le but désiré : le produit régénéré, en belles aiguilles blanches, fondait, non à 160°-161° comme la dypnopinacone, mais nettement à 162°,5. Ces points de fusion étaient parfaitement constants après une douzaine de cristallisations dans l'alcool ordinaire, tant pour la dypnopinacone préparée directement que pour celle régénérée par l'action de la potasse sur l'homodypnopinacone.

Je me suis donc attaché, par des recherches scrupuleuses, à les différencier. Je n'ai pas à mentionner les essais exécutés avec l'acide acétique qui m'ont conduit avec la dypnopinacone régénérée (fus. 162°,5) à une dypnopinacoline α bien identique à celle décrite antérieurement. Un essai de ce genre n'est nullement démonstratif, car il est bien possible que l'isomère cherché (isodypnopinacone) se déshydrate par l'acide acétique en dypnopinacoline, de même que de la dypnopinacone se déshydrate par la potasse en isodypnopinacoline.

Mais le réactif qui me servait à régénérer la dypnopinacone pouvait servir à conclure, avec une vraisemblance voisine de la certitude, à son identité avec la dypnopinacone ordinaire. Il suffisait de soumettre la dypnopinacone régénérée à l'action de la potasse à $^1/_{10\,000}$ et de comparer avec la dypnopinacone ordinaire. Si le composé (fus. 162°,5) était nouveau, il peut être considéré comme certain qu'il serait plus résistant vis-à-vis de la potasse que la dypnopinacone ordinaire, et que se formant au sein de KOH à $^1/_{5\,000}$, il serait inattaqué par le même réactif à $^1/_{10\,000}$. L'expérience constate sur ce point l'identité absolue des deux corps.

Deux préparations d'homodypnopinacone faites ensemble et dans les mêmes conditions, l'une avec la dypnopinacone pure ordinaire et l'autre avec le produit (fus. 162°,5), ont donné exactement le même résultat comme rendement et comme nature du produit obtenu.

La conclusion de l'identité des deux produits (fus. 160-161° et fus. 162°,5) s'est trouvée confirmée par l'action de l'acide acétique sur la dypnopinacone ordinaire en solution alcoolique (1 gramme : 50 grammes). Avec une goutte ($0^{cc},38$ N) d'acide acétique, le produit n'a subi aucune transformation après trois heures d'ébullition ; avec deux gouttes, même résultat ; avec dix gouttes, le point de fusion du produit s'élève à 162°,5.

Quelque étrange que le fait puisse paraître, il est donc prouvé que l'on peut faire passer à volonté la dypnopinacone sous forme d'homodypnopinacone ou faire revenir celle-ci à l'état primitif suivant la concentration du réactif. De plus, ces expériences permettent de considérer comme très probable la non-existence de l'isodypnopinacone ; car dans la régénération au moyen de l'homodypnopinacone, le composé hypothétique se trouvait dans les conditions les plus favorables à sa formation qu'il soit possible de réaliser.

Action de l'acide acéto-chlorhydrique sur l'homodypnopinacone α. — On pourrait s'attendre à arriver au même résultat avec ce réactif en le faisant agir, soit sur l'homodypnopinacone, soit sur son produit de déshydratation par l'acide acétique, l'homodypnopinacoline. Cependant, cela n'est pas tout à fait exact. Nous verrons que cette dernière donne l'isodypnopinacolène; avec l'homodypnopinacone, j'ai obtenu l'isodypnopinacolène et le dypnopinacolène outre l'homodypnopinacoline α et les dérivés de la pseudodypnopinacoline que j'ai déjà mentionnés ailleurs (*). L'analogie de cette réaction avec celle de la potasse alcoolique est frappante et nous voyons l'homodypnopinacone en partie déshydratée directement, en partie transformée à l'état de dypnopinacone.

Une conclusion paraît ressortir de ces résultats : c'est que l'acide chlorhydrique doit, de même que la potasse, régénérer la dypnopinacone. Je ne suis pas parvenu à mettre ce fait nettement en lumière. Il est impossible d'opérer à chaud en solution acétique, puisque l'on obtient de l'homodypnopinacoline; à froid, l'action est nulle ou très faible; elle est très faible aussi en solution alcoolique et mes essais dans ces circonstances ne m'ont conduit à aucune solution bien nette.

Pour terminer l'histoire chimique de l'homodypnopinacone α, mentionnons l'action de PCl^5 qui donne la pinacoline correspondante, au moins principalement, et le zinc-éthyle avec lequel il ne m'a été possible que d'obtenir dans plusieurs essais une masse gommeuse; enfin, la distillation donne de l'acétophénone ou des produits liquides à points d'ébullition approximativement les

---

(*) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e sér., t. XXII, pp. 470-502, 1891.

mêmes, et, détail intéressant, une substance fort peu soluble dans les dissolvants ordinaires et fondant vers 263°-265° en brunissant.

HOMODYPNOPINACOLINE α.

La déshydratation de l'homodypnopinacone se fait normalement par ébullition prolongée de sa solution acétique. On fait bouillir pendant deux jours 10 grammes de produit et 300 grammes d'acide cristallisable. Après repos quelquefois prolongé de la solution, elle se prend tout d'un coup en une masse gélatineuse qui donne par essorage environ 5 grammes d'homodypnopinacoline α. Le produit lavé avec un peu d'acide donne directement par cristallisation un corps que j'ai considéré comme pur. La solution acétique est précipitée par trois additions successives d'eau et les produits ainsi obtenus conservés séparément. Les derniers contiennent une gomme peu soluble dans l'alcool qui rend leur purification difficile; à part cela, le corps que l'on peut isoler par toutes ces précipitations est bien identique au produit obtenu sans addition d'eau, et bien qu'il soit difficile de leur faire atteindre le point de fusion normal, ils ont donné les mêmes résultats à la combustion et à l'action du zinc-éthyle.

Combustion de l'homodypnopinacoline α :

Substance. . .	0,4583	0,4521	
Eau.	0,2586	0,2567	
CO^2.	1,4981 0,0090 0,0013	1,4734 0,0127 0,0017	Calculé pour $C^{32}H^{26}O$
C %.	89,78	89,73	90,14
H %.	6,26	6,31	6,00

A cause de son insolubilité dans le benzène, il a été impossible de faire la détermination cryoscopique dans ce dissolvant.

L'homodypnopinacoline α fond à 168°; c'est le point de fusion du premier produit obtenu dans la préparation, sans addition d'eau, et cristallisé plusieurs fois, soit dans l'acide acétique, soit dans l'alcool.

La manière dont ce corps se dépose de ses solutions, formant tout d'un coup une masse cristalline, sans qu'il soit possible d'obtenir une cristallisation lente et d'examiner à la loupe l'identité des produits qui se déposent successivement, empêche d'avoir tous les apaisements désirables sur la question de savoir si ce composé n'est pas un mélange de plusieurs isomères.

C'est pourquoi je me suis efforcé de prouver que c'est bien une substance définie par une série d'expériences dont voici les résultats :

1° L'action du zinc-éthyle donne, avec d'excellents rendements, un seul alcool d'une grande pureté;

2° Les produits séparés spontanément dans la préparation et ceux isolés par addition graduelle d'eau sont identiques; ces derniers, recristallisés dans l'alcool, ont donné les mêmes résultats à l'analyse et le même produit avec le zinc-éthyle;

3° Les homodypnopinacones d'origines les plus diverses, purifiées, les unes par cristallisation dans l'alcool, les autres dans l'acide acétique, les autres dans la benzine additionnée de ligroine et triées soigneusement à la loupe, ont donné la même pinacoline, fondant à 168°, et donnant le même alcool par le zinc-éthyle;

4° L'action de l'acide acétique bouillant sur l'homodypnopinacoline étant prolongée pendant huit jours, on constate l'identité du produit recueilli avec le produit primitif;

5° Cette étude de l'action de l'acide acétique n'a été faite qu'après un certain nombre d'essais avec l'acide acéto-chlorhydrique; avec ce réactif à divers degrés de concentration, j'obtenais un corps fondant à 168°, présentant l'aspect de l'homodypnopinacoline, et ce n'est qu'ensuite que j'ai reconnu pouvoir le préparer par l'acide acétique seul.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas moins vrai que cette manière d'être de l'homodypnopinacoline présente, au point de vue de son étude délicate, un grand inconvénient, car il n'est pas possible d'isoler les produits d'une réaction incomplète; en effet, dès que le produit non attaqué dépasse une certaine proportion, il englobe en cristallisant tout d'un coup les autres cristaux et provoque probablement aussi leur dépôt.

A part cette restriction, l'action de la potasse est de même nature que sur la pinacone correspondante : avec 50 grammes d'alcool, $0^{gr},50$ de produit et 2 gouttes (compte-gouttes « normal » Mann et Ilgen) de solution normale de potasse, le mélange a paru sans transformation après trois heures d'ébullition. J'ai ajouté 8 gouttes et fait bouillir sept heures; il se dépose de l'isodypnopinacoline α et probablement aussi son isomère β.

L'acide acéto-chlorhydrique donne l'isodypnopinacolène sans dypnopinacolène. Ce fait démontre que l'action isomérisante de HCl sur l'homodypnopinacone pour revenir à la dypnopinacone ne se fait plus avec l'homodypnopinacoline, molécule en tous cas plus stable, ainsi que le démontre aussi l'action du zinc-éthyle qui ne donne rien de défini avec l'homodypnopinacone et qui est avec sa pinacoline d'une remarquable netteté.

Celle-ci donne lieu par une action modérée à la formation de l'alcool homodypnopinacolique α; il suffit d'augmenter la proportion de zinc-éthyle, le temps de chauffe, ou d'élever de quelques degrés la température indiquée pour obtenir exclusivement la triphénylbenzine.

Alcool homodypnopinacolique α. — Pour cette préparation, il est important de se servir d'homodypnopinacoline obtenue par précipitation spontanée, faute de quoi il est nécessaire de la purifier suffisamment par des cristallisations dans l'alcool. Ce détail étant observé, l'opération donne toujours de bons résultats.

20 grammes de zinc-éthyle sont placés dans un ballon de 150 centimètres cubes; on y introduit 7gr,5 de produit sec et on chauffe au bain-marie; le mélange devient liquide, puis il se dégage un gaz et il devient semi-solide. Après deux jours de chauffe au bain-marie, on verse dans l'eau après avoir dilué d'éther, on acidule par HCl, on filtre et on dissout le produit solide dans l'alcool. Il se dépose ainsi 6gr,5 de magnifiques cristaux tabulaires qui sont, à côté d'une petite quantité de triphénylbenzine, le seul produit de la réaction susceptible de se déposer dans ces conditions à l'état cristallin.

Ces cristaux sont de l'alcool homodypnopinacolique contenant de l'alcool éthylique. Ils fondent vers 90°, mais redeviennent bientôt solides pour fondre alors vers 130°.

Substance	0,4996	
Eau	0,3506	
CO^2	1,5597 0,0110 0,0013	Calculé pour $C^{32}H^{28}O.C^2H^6O$
C %.	85,82	86,07
H %.	7,35	7,17

1^{gr},3592 de ces cristaux ont été chauffés pendant six heures à 90°; le poids s'est réduit à 1^{gr},22. Cela correspond à une teneur en alcool de 10,25 %.

10^{gr},559 de produit chauffés à 110° ont perdu 1^{gr},042, ce qui fait 9,8 %. La formule précédente exige 9,70 %.

Ces cristaux donnent le produit anhydre par cristallisation dans l'éther de pétrole. Dans ces conditions, l'alcool homodypnopinacolique α se présente en magnifiques aiguilles vitreuses fondant à 128°,5 et qui régénèrent, par cristallisation dans l'alcool, l'alcoolate cité plus haut.

Alcoolate séché :

		Calculé pour $C^{32}H^{28}O$
Substance . . .	0,4951	
Eau	0,2977	
CO^2	1,6130 0,0111 0,0013	
C %	89,41	89,72
H %	6,68	6,56

Cet alcool est remarquable par la netteté de son caractère alcoolique; par PCl^5, il donne un composé phosphoré sur l'étude duquel je reviendrai; le chlorure d'acétyle manifeste son action, d'abord comme agent d'éthérification, puis provoque probablement la scission du produit.

Action du chlorure d'acétyle. PREMIÈRE PHASE. — En arrivant au contact du chlorure d'acétyle, l'alcool homodypnopinacolique α donne une coloration rouge vineux; on chauffe quelques instants au bain-marie, puis, après quelques heures de contact, on verse dans l'eau. Le produit cristallisé dans l'alcool fond à 152°-153°; il se présente en petits cristaux vitreux, courts, qui répondent à la composition d'un monoacétate.

Substance . . .	0,3467	
Eau	0,2064	
CO^2	1,0877	
	0,0105	Calculé pour
	0,0012	$C^{31}H^{27}O.C^2H^3O$
C °/₀	86,48	86,81
H °/₀	6,61	6,40

Deuxième phase.—On chauffe pendant six à huit heures, à reflux, au bain-marie l'alcool avec 20 parties de chlorure d'acétyle, puis on abandonne pendant plusieurs jours. Il se dépose de magnifiques cristaux ; en les lavant à l'alcool froid et en les chauffant avec une quantité d'alcool insuffisante pour les dissoudre, on extrait à côté du produit précédent de belles aiguilles fondant à 178°; le produit non dissous fond à la même température. Une nouvelle cristallisation dans l'acide acétique amène le point de fusion à 179°-180° et il reste constant à cette température :

	I	II
Substance	0,3812	0,3908
Eau	0,2168	0,2207
CO^2	1,1837	1,2172
	0,0130	0,0107
	0,0031	0,0018
C °/₀	85,84	85,82
H °/₀	6,31	6,27

L'échantillon I a été obtenu dans des circonstances bien différentes par une action moins prolongée du réactif. Il est facile, grâce à sa solubilité très faible dans l'alcool, de séparer ce corps de l'acétate fondant à 152°-153°.

Action de la chaleur sur l'alcool homodypnopinacolique. — Comme nous venons de le voir, l'action du chlorure d'acétyle n'est pas comparable à la réaction que j'ai décrite précédemment du même réactif sur les alcools dypnopinacoliques α et γ, et il n'est pas probable que l'on puisse arriver par cette voie à la triphénylbenzine. J'ai donc cherché ailleurs l'explication de la genèse de cet hydrocarbure, et me suis efforcé de trouver un moyen d'opérer graduellement la scission que nous voyons se faire si facilement par le zinc-éthyle en excès sur l'homodypnopinacoline α. Cela a été jusqu'à présent sans résultat. Quoi qu'il en soit, au cours de mes recherches, je suis arrivé à une réaction extrêmement intéressante de l'alcool que je viens de décrire.

Toute réaction permettant de faire sortir la triphénylbenzine de l'alcool homodypnopinacolique étant forcément une réaction de scission, il devient instructif de comparer cette équation à toutes les autres scissions suffisamment nettes pour être mises en équation ; une semblable comparaison serait pleine d'intérêt pour la constitution du benzène.

La chaleur conduit avec la plus grande netteté à l'équation suivante :

$$C^{32}H^{28}O = C^{25}H^{22} + C^{7}H^{6}O.$$

L'opération a été faite sur 9gr,517 de produit en chauffant vers 200° au bain d'huile (pr. 25 millimètres); il distille un liquide homogène insoluble dans l'eau, à odeur d'aldéhyde benzoïque et donnant la réaction par l'ammoniaque ; en déversant soigneusement ce liquide, on a recueilli $1^{gr},98$; l'équation précédente exige $2^{gr},4$, ce qui est suffisamment concordant, vu les circonstances.

Ce qui reste dans le ballon se prend en une masse qui, traitée par l'alcool bouillant, donne des paillettes nacrées fondant à 98° avec une grande constance.

		Calculé pour $C^{25}H^{22}$
Substance	0,4836	
Eau	0,3011	
CO^2	1,6306 0,0128 0,0018	
C %	92,78	93,16
H %	6,92	6,83

Benz. $16^{gr},0252$ Cong. 4°,09.

Substance.	Congélation.	M.
0,1241	3°,953	284
0,2196	3°,850	286
0,3312	3°,709	271
0,5026	3°,564	297
0,6058	3°,448	294

Benz. $16^{gr},0317$ Cong. 4°,115.

Substance.	Congélation.	M.
0,2344	3°,860	286
0,3882	3°,682	280
0,5504	3°,481	272
0,6991	3°,325	277
0,8247	3°,195	279
1,0054	3°,040	293

$C^{25}H^{22}$ a un poids moléculaire de 322.

J'ai réservé l'étude de la constitution de cet hydrocarbure pour la seconde phase de mes recherches sur la synthèse du benzène.

HOMODYPNOPINACONE β.

Elle s'obtient par simple isomérisation de l'homodypnopinacone α en faisant bouillir à reflux pendant une dizaine de jours une solution alcoolique à 3.5 %. La cristallisation de cette solution transformée se fait alors avec une extrême lenteur; les cristaux qui se déposent sont parfois très gros, incolores et d'une limpidité parfaite; il est facile de les séparer du dérivé α qui pourrait n'être pas attaqué; le nouveau produit fond à 172°; il donne à l'analyse les résultats suivants :

Substance .	0,4852	0,4771	
Eau . . .	0,2796	0,2771	
CO^2 . . .	1,5209 0,0093 0,0008	1,5004 0,0086 0,0012	Calculé pour $C^{32}H^{28}O^{2}$
C % . . .	86,41	86,33	86,49
H % . . .	6,42	6,45	6,31

La solution alcoolique de ce corps acidulée par l'acide acétique et bouillie longtemps ne subit pas de transformation.

Les réactions des homodypnopinacones α et β sont tellement semblables qu'il n'est pour ainsi dire pas possible de signaler entre elles autre chose que des différences dépendant de la facilité plus ou moins grande avec laquelle elles s'exécutent.

Action du chlorure d'acétyle. — L'acide acétique m'ayant conduit à l'obtention d'un corps paraissant différer de l'homodypnopinacoline α, question qui ne pourra être résolue qu'après l'étude difficile des produits secondaires de la préparation de l'homodypnopinacone α, j'ai cherché un agent de déshydratation pouvant exercer son action sur une seule des deux pinacones. Le chlorure d'acétyle remplit assez bien ce but, et à part les restrictions que j'ai faites au sujet de la dissolution de l'homodypnopinacoline α, qui rend difficile l'étude d'une réaction de ce genre, il est permis de conclure que le produit obtenu est identique à l'homodypnopinacoline α.

J'ai ajouté à une même quantité d'homodypnopinacone α, d'une part, et d'homodypnopinacone β, d'autre part, la même quantité de chlorure d'acétyle; j'ai chauffé les deux essais au bain-marie jusqu'à dissolution et j'ai abandonné au repos; après quelques heures, le dérivé β a déposé l'homodypnopinacoline α, tandis que le dérivé α a simplement cristallisé et n'a déposé une huile qu'après plusieurs jours. Il me semblait donc que s'il existait une pinacoline correspondant à l'homodypnopinacone β, j'avais plus de chances de l'obtenir avec le chlorure d'acétyle qu'avec tout autre agent de déshydratation.

En dissolvant dans le chlorure d'acétyle une certaine quantité d'homodypnopinacone β et précipitant par l'eau après environ un quart d'heure, j'ai recueilli, après lavage à l'alcool chaud, $5^{gr},2$ de produit qui ont été traités pendant deux jours au bain-marie par 15 grammes de zincéthyle. Le produit est un mélange de triphénylbenzine et d'un alcool qui présente tous les caractères de l'alcool homodypnopinacolique α; cristallisé dans l'alcool, il se présente en grandes tables qui fondent vers 90°. Avec le chlorure d'acétyle, il donne une coloration rose et de beaux cristaux fondant directement à 150°. Enfin, par l'action de la chaleur, il se dégage l'odeur d'aldéhyde benzoïque et la cristallisation dans l'alcool du résidu donne un produit qui fond directement à 94°.

Action de la potasse sur l'homodypnopinacone β. — On pourrait s'attendre à ce que l'isomère β soit plus stable que l'isomère α vis-à-vis de la potasse, et il semblerait naturel d'admettre que l'ébullition prolongée avec l'alcool amène la molécule à un état plus stable. Il n'en est rien cependant ; 1 gramme de chacun avec 50 grammes d'alcool et 20 gouttes de solution normale de potasse, après une heure et demie d'ébullition, donne avec l'isomère α de la dypnopinacone, tandis que l'isomère β est transformé en isodypnopinacoline β. C'est donc le contraire qui a lieu.

Il est possible que l'isomère β joue un rôle dans la régénération de la dypnopinacone par la potasse et arrive à expliquer l'étrangeté du fait saillant de l'histoire des homodypnopinacones.

Université de Gand. Laboratoire de recherches.

Temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique; par L.-N. Vandevyver, répétiteur à l'Université de Gand.

Les radiographies que l'on peut obtenir avec un même tube focus, sont bien différentes d'aspect. Les unes ne sont que de simples ombres renseignant plus ou moins vaguement sur les positions relatives des parties osseuses photographiées; d'autres, au contraire, font ressortir nettement ces positions, donnent en outre une sensation du relief et permettent même, jusqu'à un certain point, de juger de la texture intérieure des os.

A la vérité, cette dernière condition n'est pas toujours nécessaire, comme, par exemple, dans le cas où l'on veut simplement reconnaître la présence d'un fragment métallique quelconque, etc.; mais elle nous paraît indispensable lorsque la radiographie est appelée à concourir à l'établissement d'un diagnostic chirurgical.

Différentes causes peuvent faire échouer l'opérateur le plus habile. En tout premier lieu, il faut signaler l'incertitude qui règne sur le temps de pose à donner.

N'existe-t-il pas un moyen, — une règle, — permettant de déterminer *a priori* ce temps de pose?

C'est ce que nous avons recherché en nous plaçant particulièrement au point de vue de la radiographie du corps humain.

Une *première* série d'essais nous a conduit à la conclusion suivante :

Étant connu le temps de pose minimum t, *nécessaire pour obtenir la radiographie nette d'un objet* A, *d'épaisseur* E, *la durée du temps de pose* t' *à donner pour un objet* B, *d'épaisseur* E', *est donnée par la formule :*

$$t' = t\left(\frac{E'}{E}\right)^3,$$

c'est-à-dire qu'elle varie en raison directe du cube de l'épaisseur de l'objet B, *rapportée à celle de l'objet étalon* A.

Les radiographies que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie avaient toutes été obtenues d'après cette règle (*).

Le tube employé est un tube focus (de Watson, de Londres), actionné par une bobine Ruhmkorff, grand

---

(*) Cette série comportait :

N° 1. *Patte de perdreau.* — Épaisseur, 11 millimètres. Temps de pose calculé, 3″,9. Le cliché donne une foule de détails que l'impression sur papier ne reproduit pas. Il en est, du reste, de même de toutes les radiographies ci-jointes, dont les négatifs méritent un examen à la loupe.

N° 2. *Patte de poule.* — Épaisseur, 14 millimètres; temps de pose, 6″,9.

N° 3. *Patte de lièvre.* — Épaisseur, 18 millimètres; temps de pose, 14″,4.

N° 4. *Main d'homme.* — Épaisseur, 20 millimètres; temps de pose, 20″. Cette radiographie a servi d'étalon.

N° 5. *Pied de mouton* (pris de face). — Épaisseur, 30 millimètres; temps de pose, 1′,14″.

N° 6. *Pied de porc* (pris latéralement). — Épaisseur, 36 millimètres; temps de pose, 1′,56″. Le fini remarquable de cette épreuve provient de ce que les os étaient très rapprochés de la plaque.

N° 7 *Pied de mouton* (pris latéralement). — Épaisseur, 38 millimètres; temps de pose, 2′,17″.

N° 8. *Poignet d'homme.* — Épaisseur, 40 millimètres; temps de pose, 2′,40″.

N° 9. *Pied d'homme.* — Épaisseur moyenne, 42 millimètres; temps de pose, 3′,5″. La partie postérieure du pied a été sacrifiée à dessein.

N° 10. *Coude d'homme.* — Épaisseur, 60 millimètres; temps de pose, 9′. L'immobilisation n'a pas été absolue pour cette épreuve.

N° 11. *Pied de porc* (pris de face). — Épaisseur, 80 millimètres; temps de pose, 21′,2″.

N° 12. *Pied de bœuf.* — Épaisseur, 100 millimètres; temps de pose, 41′,40″.

N° 13. *Genou d'enfant* (12 ans). — Type d'épreuve n'ayant pas le temps de pose convenable.

La présente note est accompagnée des nos 3, 4 et 6, reproduits par la phototypie.

modèle; les plaques sont des radiographiques (Guequier-Gand) et le bain de développement est celui à l'hydroquinone préconisé par le Dr Van Heurck, d'Anvers (*).

La radiographie étalon était celle de la main.

Le tube marchant bien, on place la main devant et contre le fluoroscope d'Edison, et l'on cherche la distance à laquelle le tube doit être placé de la main, pour que l'ombre des os paraisse aussi nette que possible (**). Dans nos expériences, cette distance était de 8 centimètres.

Cela étant, on prend, à cette distance, trois, quatre ou cinq radiographies de la main en donnant des temps de pose variant de cinq en cinq secondes. On développe et l'on cherche l'épreuve présentant la plus grande netteté. L'épreuve obtenue avec 20 secondes de pose a été prise comme type.

L'épaisseur moyenne de la main à l'endroit situé sur la verticale passant par le foyer du tube, est ici de 2 centimètres.

D'après cela, la radiographie d'un objet de 6 centimètres d'épaisseur moyenne exige un temps de pose donné en secondes par la formule :

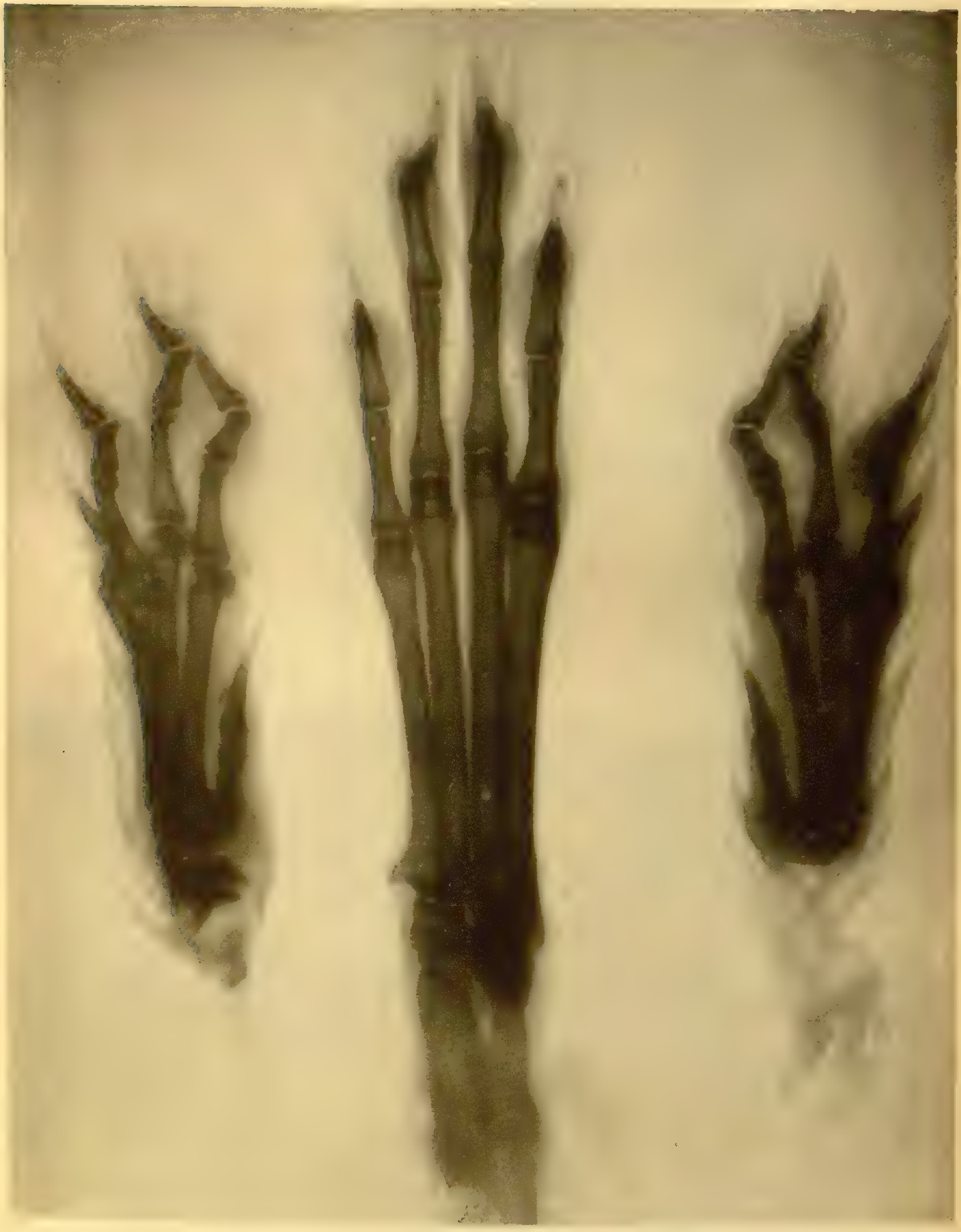
$$t' = 20 \left(\frac{6}{2}\right)^3 = 540'', \text{ soit } 9'.$$

Les radiographies présentées à l'Académie portaient les épaisseurs et les temps de pose.

(*) Formule du bain : hydroquinone, 8 grammes; sulfite de soude, 50 grammes; carbonate de soude, 50 grammes; bromure de potasse, 5 décigrammes; éosine, 1 centigramme; eau distillée, 1 litre.

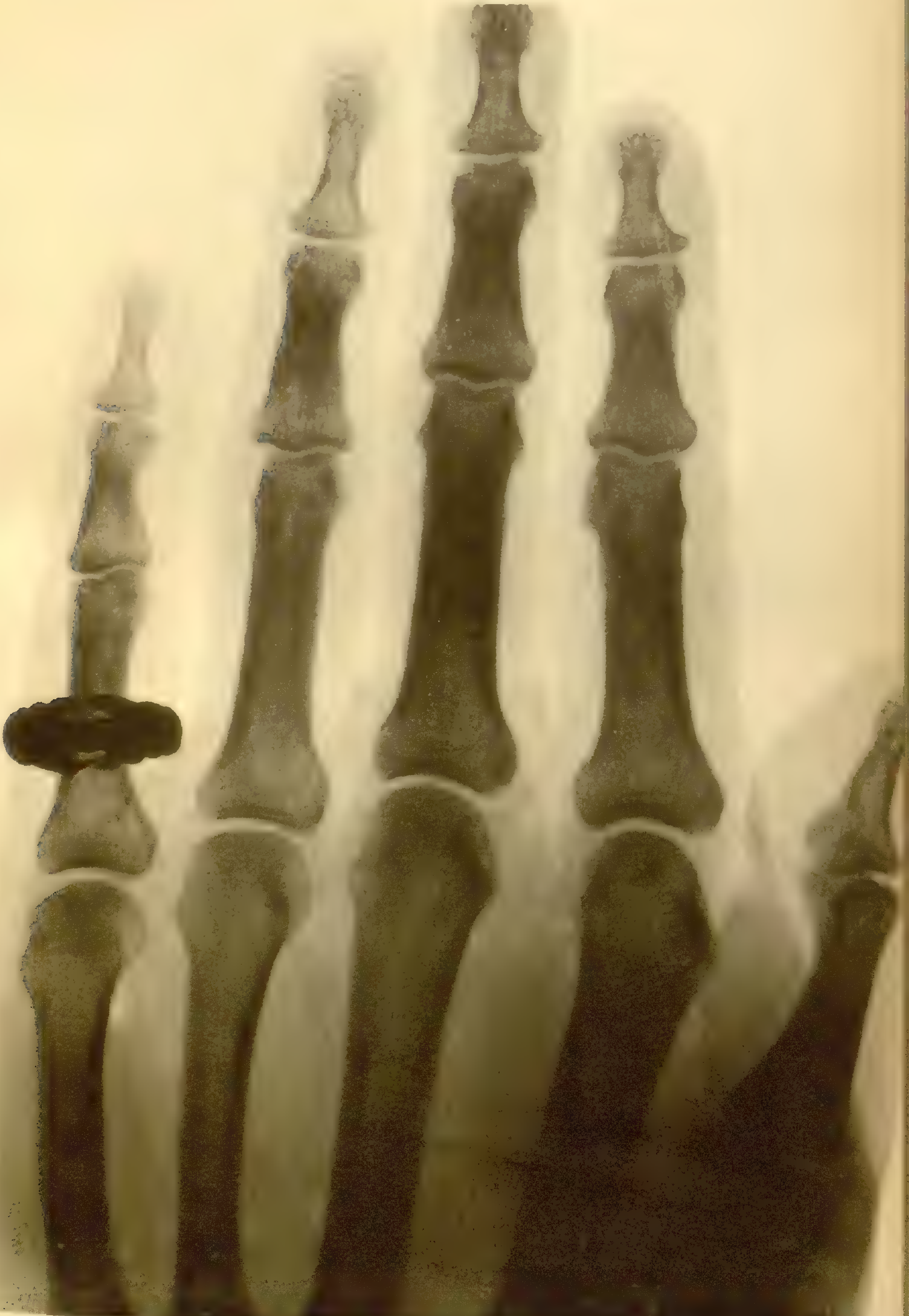
(**) La même distance a été conservée pour toutes les radiographies.

L. N. VANDEVYVER, Bull. de l'Acad., 3e série, T. XXXII, p. 471.

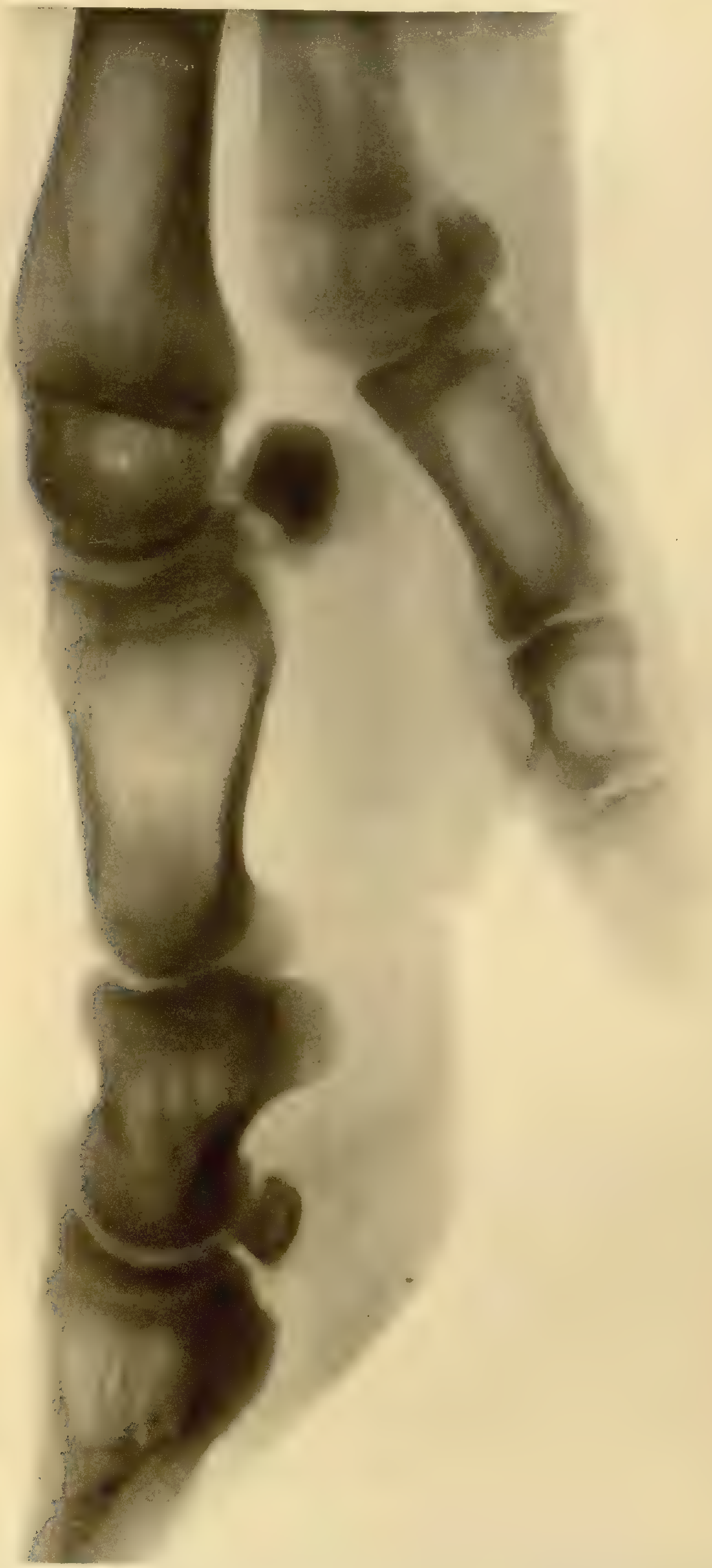


N° 3

L. N. VANDEVYVER. Bull. de l'Acad., 3e série, T. XXXII, p. 471.



N° 4



N° 6

Il est à remarquer que ces épreuves avaient été obtenues D'EMBLÉE ; *une seule plaque avait suffi pour chacune d'elles.*

Comme vérification, nous avons fait varier les temps de pose, et chaque fois que nous nous sommes écarté très peu de ceux donnés par la formule, les épreuves étaient beaucoup moins nettes. Des différences de cinq à dix secondes sont déjà appréciables même sur des temps de pose relativement longs, ce qui ne doit guère nous étonner, attendu que vingt secondes suffisent à une bonne radiographie de la main.

Il est bien entendu que l'obtention de résultats pareils aux nôtres est subordonnée au bon fonctionnement du tube. Un des meilleurs guides est l'examen attentif et minutieux des caractères physiques que présente l'appareil : éclairement, taches lumineuses, etc. De très petites variations modifient sensiblement les résultats et nécessitent un nouvel étalonnage. A ce point de vue, le travail en chambre obscure, ou semi-obscure, est à recommander.

Enfin, tout objet à radiographier doit être immobilisé de la façon LA PLUS ABSOLUE ; c'est encore une condition *sine qua non* pour obtenir des épreuves bien nettes.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 12 octobre 1896.

M. le comte Goblet d'Alviella, *vice-directeur,* occupe le fauteuil.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Wauters, P. Willems, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, T.-J. Lamy, G. Tiberghien, F. Vander Haeghen, Ad. Prins, J. Vuylsteke, Ém. Banning, A. Giron, Paul Fredericq, God. Kurth, Mesdach de ter Kiele, H. Denis, G. Monchamp, *membres;* Alph. Rivier, Joan Bohl, J.-C. Vollgraff, *associés;* D. Sleeckx, Ch. Duvivier, V. Brants et Alph. Willems, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages suivants :

1° a) *Les théories économiques aux XIII^e et XIV^e siècles;* b) *Le régime corporatif au XIX^e siècle dans les États germaniques;* par V. Brants;

2° *L'Église et l'État ou les deux puissances; leur origine, leurs relations, leurs droits et leurs limites*, 4ᵉ édition, par Ferdinand Moulart;

3° *Poésies;* par Jules Abrassart, 3 volumes;

4° *Mémoires pour servir à l'histoire du Traditionalisme et de l'Ontologisme en Belgique, de 1834 à 1864;* par l'abbé Gilson;

5° *Le roman en France pendant le XIXᵉ siècle;* 2ᵉ édition, par Eug. Gilbert;

6° *Galerie nationale. La Chambre des Représentants;*

7° *Histoire de Dinant;* tomes I et II, par Henri Hachez;

8° *Sint-Martenskerk te Kortrijk van den vroegsten tijd tot heden, met menigvuldige bewijsstukken en platen;* par Théodore Sevens;

9° *Grondbeginselen van het belgisch strafrecht;* par de Hoon;

10° *Lexique français-hiéroglyphique;* par G. Hagemans;

11° *Anthologie des poètes wallons;* par Defrecheux;

12° *Mgr Seghers, l'apôtre de l'Alaska;* par l'abbé Maurice de Baets;

13° *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. Bibliographie*, tome VII;

14° *Mémoires archéologiques;* tome VI, par D.-A. Van Bastelaer;

15° *Traité de la capacité de disposer, la quotité disponible et son calcul;* par C. De Bock-Bauwens;

16° *Geschiedenis van Ternath;* par Th. Poodt;

17° *La seigneurie de Renaix;* par Oscar Delghust;

18° *Antwerpen's Sint-Willibrordskerk sedert hare stichting;* par J.-B. Stockmans;

19° *Compte rendu des travaux du 9ᵉ et du 10ᵉ congrès de la Fédération archéologique et historique de Belgique;*

20° *Procès-verbaux des séances des conseils provinciaux, 1894 et 1895;*

21° *Rapport triennal sur l'instruction primaire, 1890-1893;*

22° *Supplément à l'inventaire des cartes et plans des archives provinciales de l'État, à Mons;* par L. Devillers;

23° *Bibliotheca Belgica;* livraisons 133-136;

24° *Woordenboek der nederlandsche taal,* deel XI, 2e aflevering, en deel II, 8e aflevering;

25° *Mélanges Ch. de Harlez. Recueil de travaux d'érudition* offert à Mgr de Harlez à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de son professorat.

— Remerciements.

M. le Ministre de la Justice fait hommage des ouvrages suivants :

1° *Procès-verbaux des séances de la Commission royale des anciennes lois et ordonnances;* vol. VII, 4;

2° *Coutumes des pays et comté de Flandre : quartier de Gand;* tome VI.

— Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° *La Iglesia y la Moral, par Dom Jacobus;* tomes I et II. Traduit du français;

2° a) *Discours prononcé à l'assemblée générale de la Société de l'histoire de France, le 5 mai 1896;* b) *Les archives de Dropmore;* par le marquis de Nadaillac, associé;

3° a) *Deux fragments de musique grecque;* b) *Pour la tiare d'Olbia;* par Th. Reinach, associé;

4° *La Belgique sous la domination française,* tomes I et II, par L. Delplace, S. J.; présenté par M. Lamy, avec une note qui figure ci-après;

5° *Le château de Turnhout;* par Louis Stroobant;

6° *Principes de droit international privé;* tomes I à III, par Albéric Rolin;

7° *Législation héraldique de la Belgique, 1595-1895. Jurisprudence du Conseil héraldique, 1844-1895*, par Léon Arendt et Alfred De Ridder; présenté par M. Mesdach de ter Kiele;

8° *Éléonore d'Autriche et de Bourgogne, reine de France;* par Charles Moeller; présenté par M. V. Brants avec une note qui figure ci-après.

— Remerciements.

— Travaux manuscrits à l'examen :

1° *De Secten der Geeselaars en der Dansers in de Nederlanden tijdens de XIV^e eeuw;* door D^r Paul Fredericq. — Commissaires : MM. Wauters, Vuylsteke et Piot;

2° *La torture aux Pays-Bas autrichiens pendant le XVIII^e siècle; son application, ses partisans et ses adversaires; son abolition.* — Étude historique, par Eugène Hubert, professeur à l'Université de Liége. — Commissaires : MM. Prins, Duvivier et Brants.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part du R. P. Delplace, le travail historique, fruit de longues recherches, qu'il vient de publier sous le titre : *La Belgique sous la domination française.* C'est une étude sur ce qui s'est passé en Belgique, au point de vue religieux surtout, sous la grande Révolution française et sous Napoléon.

L'auteur n'est pas un inconnu. Son étude historique sur *Joseph II et la Révolution brabançonne* a été reçue avec faveur. Celle-ci est plus considérable. L'*Appendice bibliographique,* qui décrit 366 opuscules écrits sur les événements contemporains et que le père Delplace a consultés indépendamment du *Recueil des lois* de Hughes et des écrits de Borgnet, Namèche, Daris, Balau, de Lanzac et d'autres, indique suffisamment le caractère sérieux et consciencieux du travail que j'offre à l'Académie.

L'auteur retrace d'abord les divers incidents qui marquèrent la première invasion française et la restauration autrichienne. L'état de la Belgique sous la Convention et sous le Directoire, la situation religieuse, la suppression des ordres religieux, les difficultés suscitées par la question scolaire, par le serment de haine à la royauté et par la conscription forment autant de chapitres qui renferment beaucoup de renseignements inédits. Mais on lira surtout avec émotion le magnifique tableau de la grandeur d'âme que déployèrent tant de membres du clergé traqués comme des fauves et déportés en masse plutôt que de trahir leur foi et leur conscience.

Le second volume nous montre la situation religieuse de la Belgique sous Napoléon, les effets du Concordat, les églises rouvertes et le culte rétabli, les difficultés suscitées par les articles organiques. Un chapitre est consacré au Stévenisme, qui est trop peu connu. Bonaparte en Belgique, le Code Napoléon, l'université et le catéchisme impérial, les affaires religieuses de Tournai et de Gand nous conduisent jusqu'à la fin de la domination française en Belgique amenée par le grand désastre et l'anéantissement de la puissance de Napoléon à Waterloo. Comme on le voit, l'auteur écrit plutôt une histoire ecclésiastique qu'une histoire profane et s'occupe moins des événements guerriers que des événements religieux. C'est que les premiers se confondent avec l'histoire de la France et les seconds forment toute l'histoire interne de la Belgique à cette époque.

P.-J. Lamy.

—

Ch. Moeller, professeur à l'Université de Louvain, *Éléonore d'Autriche et de Bourgogne, reine de France.* 1 vol. in-8°. Paris, Thorin, 1895.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe un ouvrage de M. Ch. Moeller, professeur à l'Université de Louvain. Il est remarquable et intéressant à plus d'un titre.

L'héroïne du livre, Éléonore d'Autriche, sœur de Charles-Quint, était jusqu'ici peu connue, mais sa jeunesse aujourd'hui reconstituée est mêlée à une foule d'incidents politiques où l'on retrouve son frère, le Grand Charles, et beaucoup de personnages de marque. On peut jeter un coup d'œil sur l'entourage des princes, sur la coutume des cours du XVI^e siècle, sur le milieu social, moral, intellectuel dans lequel ont grandi Charles V et sa sœur. Cette biographie, écrite avec autant de verve que de science, a tout l'intérêt d'une étude neuve, toute la valeur de l'érudition, toute l'intrigue d'un roman. C'est l'histoire — triste — d'une princesse dont les sentiments intimes sont sacrifiés à la raison d'État. M. Moeller fait dérouler devant nous la douloureuse histoire de ce cœur qui eut le malheur d'être royal. Admettons, dit-il, avec la foule, que les grands soient si enviables, je demande ici qu'on fasse seulement une exception pour les princesses (p. 309).

Mais si le récit est attachant par son allure et par son sujet, son mérite historique en augmente surtout le prix. Ce n'est pas seulement une œuvre littéraire, c'est avant tout un travail scientifique. Il y a d'ailleurs pour un travail scientifique un réel mérite à n'être pas ennuyeux, et il faut savoir remercier ceux qui en font la preuve. M. Moeller, on le sait, attache avec raison grande importance aux *archives* pour la confection de l'histoire moderne. C'est pour lui *l'époque diplomatique*, marquant par ce nom la prééminence qu'il accorde aux *documents* sur les *historiens*. Il en a donné les raisons dans son *Introduction critique à l'histoire moderne* et cette fois il veut joindre l'exemple au précepte (p. 116). La biographie d'Éléonore revêt à cet égard sa *marque de maître*, et des documents nombreux en ont fourni les éléments.

C'est à ce titre qu'elle méritait d'être spécialement signalée ici. La méthode d'*archives*, l'importance relative des *historiens*, des *mémoires*, sont l'objet de controverses. L'auteur a voulu faire œuvre d'archives pour une période qui a peu d'autres sources, et il a réussi à faire œuvre vivante et vraie. Telle est la note personnelle, la *marque* de cet ouvrage.

Bien que restreint par son sujet, ce volume est donc plus qu'une biographie comme il en paraît tant. Il a son caractère tranché, sa méthode personnelle, et mérite une place de choix dans la bibliothèque à la fois littéraire et scientifique de notre pays.

V. Brants.

M. Léonce Pingaud, correspondant de l'Institut, vient de publier un travail intitulé : *Auguste Castan, sa vie, son œuvre (1833-1893)*, un volume in-8°, Besançon, 1896, dont il a envoyé un exemplaire à l'Académie royale de Belgique.

Dans ce travail, l'auteur donne la biographie d'un de nos correspondants français les plus actifs, auteur d'importants travaux relatifs à l'histoire de la Franche-Comté. Bibliographie, arts, tapisserie, architecture, musique, mythologie, archéologie, numismatique, toutes ces branches ont été abordées par Castan avec une ardeur, une facilité et un entrain remarquables.

La Franche-Comté intéresse particulièrement la Belgique à plus d'un titre. Elle tenait à notre pays par des liens féodaux, jusqu'au moment où les armées françaises s'en emparèrent.

Ce comté a eu aussi le grand avantage d'avoir donné le jour à des hommes remarquables, qui ont rendu à notre pays des services signalés au point de vue de l'histoire, de l'administration, du droit et de la diplomatie. Castan, dans plusieurs de ses publications, s'en est spécialement occupé; souvent il a fait ressortir ces circonstances dans ses travaux, dont M. Pingaud donne une nomenclature complète, accompagnée d'excellentes appréciations, de recherches minutieuses, basées sur une critique très soignée et des correspondances intimes.

Castan était d'une complaisance rare. Jamais un Belge ne s'adressait en vain à lui dans le but d'obtenir des renseignements scientifiques. Il était prodigue sous ce rapport.

Nous venons de le dire, feu notre confrère s'est occupé de l'histoire de l'architecture de sa ville natale. Il a publié une monographie très développée du palais Granvelle à Besançon, travail dans lequel il a traité de l'origine de cet édifice. Ensuite il en a donné une description architectonique, résumé les annales et parlé de sa destination. Ce livre a été publié en 1886.

Malgré ses recherches, l'auteur n'est pas parvenu à trouver le nom de l'architecte de cet édifice, conçu dans le style de la Renaissance.

Dans une lettre adressée au prieur de Bellefontaine, le 4 janvier 1586, le cardinal Granvelle écrit : « Ce m'est grand plaisir d'entendre ce que vous me dites que le fils de feu maître Richard vous semble à propos pour poursuivre l'ouvrage entrepris par le père en notre bâtiment de Besançon, et vous prie continuer d'y assister à faire le marché pour le troisième étage, pour lequel et pour la chapelle j'ai écrit clairement ma résolution (1). »

Que signifient les mots « notre bâtiment à Besançon » ? Ils font allusion, à n'en pas douter, au palais Granvelle en cette ville.

A notre avis, ces lignes ne laissent pas de doute au sujet du nom de l'architecte de cette construction, qui a été achevée par son fils en 1586.

Qui est ce maître Richard ? C'est, à notre sens, le nom du constructeur et de l'architecte du palais Granvelle.

M. Pingaud, à qui nous avons fait part de nos conjectures à ce sujet, a bien voulu nous fournir des indications concernant maître Richard. Il constate que dans les délibérations municipales de Besançon, en 1569, se trouve le passage suivant : « On achève de tirer le front de la maison (de ville) de céans jusqu'à la ruelle, et on marchandera cet achèvement avec maître Richard Muyre, qui a déjà fait le commencement. »

---

(1) Voir notre tome XII, page 248 de la *Correspondance de Granvelle.*

Ce maître Richard Muyre est évidemment le maître Richard père cité par Granvelle. A cette époque, ne l'oublions pas, les maîtres des « œuvres » des villes étaient les architectes municipaux, chargés de la direction et de l'exécution des travaux publics. Ils étaient en même temps constructeurs, entrepreneurs et architectes. Les comptes des villes ne laissent pas de doute à ce sujet.

En terminant sa lettre, M. Pingaud ajoute : « Les constructions du palais Granvelle ont été commencées en 1535 ; elles sont contemporaines de celles exécutées à l'hôtel de ville par Richard Muyre. Je serais donc porté à croire que ce personnage et ensuite son fils seraient les entrepreneurs de la bâtisse du palais Granvelle, sinon les architectes.

C'est aussi notre manière de voir. En vain nous avons cherché, dans les publications de France, des renseignements concernant Richard Muyre et son fils. Nulle part nous n'en avons trouvé de trace.

Ch. Piot.

COMMUNICATION ET LECTURE.

M. Jean Bohl, associé, donne lecture d'une notice intitulée : *Étude historique et juridique : Charles Ier de Roumanie, fondateur du Royaume.*

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 8 octobre 1896.

M. **Th. Vinçotte**, vice-directeur, occupe le fauteuil.

M. le chevalier **Edmond Marchal**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Éd. Fétis, Ad. Samuel, G. Guffens, Jos. Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, Joseph Stallaert, Alex. Markelbach, J. Robie, G. Huberti, A. Hennebicq, Éd. Van Even, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaar, F. Laureys, le comte J. de Lalaing, J. Winders, Em. Janlet, H. Maquet, *membres;* Alb. De Vriendt, Flor. van Duyse et C. Hermans, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics (direction des beaux-arts) fait parvenir une copie du procès-verbal du jugement du grand concours de gravure de cette année. En voici le résultat :

Grand prix : M. Sterckx, Arthur, d'Anvers, élève de l'Institut des beaux-arts d'Anvers (atelier de M. Biot).

Premier second prix : M. Montenez, Georges, de Rouveroy, élève de l'Académie des beaux-arts de Mons et de M. Aug. Danse.

Deuxième second prix : M. Peeters, Louis, d'Anvers, élève de l'Académie royale des beaux-arts d'Anvers et de M. Fr. Lauwers.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages ayant pour titres :

1° *A l'hirondelle, chœur pour trois voix égales avec accompagnement de piano* (poésie de Edg. Bonehill) ; par R. Moulaert ;

2° *Amour d'un jour* (poésie de Mme Cécile Gay); musique de Jean Kefer ;

3° *Les Musées royaux du Parc du Cinquantenaire ;* par J. Destrée, etc., 4e livraison ;

4° *La Belgique illustrée,* publié sous la direction de M. Émile Bruylants, tomes I-III.

— Remerciements.

— Hommage d'ouvrage :

La mélopée antique dans le chant de l'Église latine, second appendice ; par F.-A. Gevaert. — Remerciements.

— M. le Secrétaire perpétuel remet pour l'*Annuaire* de 1897 le manuscrit de sa notice sur feu Gustave De Man, ancien membre de la Classe.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des appréciations :

1° De MM. Winders, Janlet et Maquet sur le troisième rapport de M. E. Vereecken, prix de Rome pour l'architecture en 1893 ;

2° De MM. Maquet, Janlet et Laureys sur quarante dessins formant l'envoi réglementaire de M. Lambot, boursier de la fondation Godecharle pour l'architecture en 1893;

3° De MM. Flor. van Duyse et Huberti sur le rapport (*séjour à Rome*) de M. Mortelmans, prix de Rome pour la musique, en 1893;

4° De la section de sculpture sur les modèles du buste de Guillaume Geefs, par M. Georges Geefs, et du buste de Henri Vander Haert, par M. Hérain.

— Copies de ces appréciations seront adressées au Gouvernement.

JUGEMENT DU CONCOURS POUR 1896.

ART APPLIQUÉ.

La Classe procède au jugement de son concours d'art appliqué pour 1896 (peinture et gravure en médailles). Le prononcé du jugement aura lieu dans sa prochaine séance.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Brants (Victor). Les théories économiques aux XIII^e et XIV^e siècles. Louvain, 1895 ; in-8° (279 p.).

— Le régime corporatif au XIX^e siècle dans les États germaniques. Étude de législation sociale comparée. Louvain, 1894 ; in-8° (xvi-159 p.).

Delacre (Maurice). Sur l'hydratation de la pinacoline. Paris, 1896; extr. in-8° (6 p.).

— Sur la constitution de la pinacoline. Paris, 1896 ; extr. in-8° (5 p.).

Errera (L.). Une pluie expérimentale. Lettre à M. Lancaster. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (3 p., 1 fig.).

Gevaert (Aug.). La mélopée antique dans le chant de l'Église latine, second appendice. Gand, 1896, gr. in-8° (40 p.).

Jorissen (A.). Sur la présence du molybdène, du sélénium, du bismuth, etc. dans le terrain houiller du Pays de Liége. Liége, 1896 ; extr. in-8° (7 p.).

[Dom Jacobus]. La Iglesia y la Moral, tomo I y II. Madrid ; 2 vol. pet. in-8°. (Traduit du français.)

Mélanges Charles de Harlez. Recueil de travaux d'érudition offert à M^{gr} Charles de Harlez à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de son professorat. Leyde, 1896; vol. in-4°.

Delplace (L.). La Belgique sous la domination française, tomes I et II. Louvain, 1896 ; 2 vol. in-8°.

Moulart (Ferdinand-J.). L'Église et l'État ou les deux puissances; leur origine, leurs relations, leurs droits et leurs limites, 4^e édition. Louvain-Paris, 1895; in-8° (667 p.).

Arendt (Léon) et *De Ridder (Alfred)*. Législation héraldique de la Belgique, 1595-1895. Jurisprudence du Conseil héraldique, 1844-1895. Bruxelles, 1896; vol. in-8° (462 p.).

Moeller (Charles). Éléonore d'Autriche et de Bourgogne, reine de France. Un épisode de l'histoire des cours au XVI^e siècle. Paris, 1895; in-8° (348 p.).

Abrassart (Jules). Poésies : Les ailes de la lyre, tomes I et II. Hexaméron poétique belge. Les Mandragores. La vie aimante. Liége, 1894; 5 vol. in-12.

Gilson (l'abbé). Mémoires pour servir à l'histoire du Traditionalisme et de l'Ontologisme en Belgique, de 1834 à 1864. Correspondance avec M. Kersten. Alost, 1894; in-8° (xii-308 p.).

Gilbert (Eugène). Le roman en France pendant le XIX^e siècle, 2^e édition. Paris, 1896; pet. in-8° (473 p.).

Galerie nationale. La Chambre des Représentants en 1894-1895. Bruxelles, 1896; in-8° (468 p.).

Hachez (Henri). Histoire de Dinant, tomes I et II. Court-S^t-Étienne, 1893-1896; 2 vol. pet. in-8°.

Portmans (le P. Fr.-A.-M.). En Égypte, Palestine et Grèce. Notes et impressions. Bruxelles, Paris, 1896; vol. in-8° (292 p.).

Crocq fils (le docteur). L'hypnotisme scientifique. Introduction de M. le professeur Pitres. Bruxelles, 1895; gr. in-8° (xi-450 p.).

Sevens (Théodore). Sint-Martenskerk te Kortrijk van den vroegsten tijd tot heden, met menigvuldige bewijsstukken en platen. Courtrai, 1896; in-8° (184 p.).

de Hoon. Grondbeginselen van het belgisch strafrecht. Alost, 1896; in-8° (276 p.).

Hagemans (G.). Lexique français-hiéroglyphique. Bruxelles, 1896; gr. in-8° (928 p.).

Defrecheux (Charles), Defrecheux (Joseph) et *Gothier (Charles).* Anthologie des poètes wallons avec courtes notices biographiques et bibliographiques. Liége, 1895; in-8° (VII-321 p.).

Moulaert (R.). A l'hirondelle, chœur pour trois voix égales avec accompagnement de piano; poésie de Edg. Bonehill. Bruxelles, 1896; in-8° (8 p.).

Kefer (Jean). Amour d'un jour, poésie de Mme Cécile Gay, musique de Jean Kefer. Bruxelles, 1896; in-4° (3 p.).

Stroobant (Louis). Le château de Turnhout. Malines, 1896; in-8° (48 p.).

De Baets (l'abbé Maurice). Mgr Seghers, l'apôtre de l'Alaska. Paris-Gand, 1896; in-8° (XCII-237 p.).

Sommervogel (Ch.). Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. Bibliographie, tome VII. Bruxelles-Paris, 1896; in-4°.

Bastelaer (D.-A. Van). Mémoires archéologiques, tome VI. Bruxelles, 1894; in-8°.

Destrée (J.), Hannotiau et *Kymeulen.* Les Musées royaux du Parc du Cinquantenaire et de la Porte de Hal, à Bruxelles : Armes et armures, industries d'art, 4e livraison. Bruxelles, 1896; in-folio.

De Bock-Bauwens (C.). Traité de la capacité de disposer, la quotité disponible et son calcul. Gand. 1895; in-8° (440 p.).

Poodt (Theofiel). Geschiedenis van Ternath. Bruxelles, 1895; in-8° (324 p.).

Delghust (Oscar). La seigneurie de Renaix. Renaix, 1896; in-8° (164 p.).

Stockmans (J.-B.). Antwerpen's Sint-Willibrordskerk sedert hare stichting tot heden; met eene beschrijving der nieuwe kerk, door Jaak Hendrickx. Anvers, 1895; in-8° (245 p.).

Van den Bussche (J.-Emm.). Les peintures murales du vestibule de l'Hôtel des Postes de Bruxelles. Notice explicative. Bruxelles, 1896; in-16 (16 p.).

Rolin (Albéric). Principes de droit international privé et applications aux diverses matières du Code civil (Code Napoléon), tomes I-III. Paris, 1897; 3 vol. in-8°.

Fédération archéologique et historique de Belgique. Compte rendu des travaux du 9e congrès, tenu à Mons en 1894, second fascicule; et 10e congrès, tenu à Tournai du 5 au 8 août 1895. 2 cah. in-8°.

La Belgique illustrée, ses monuments, ses paysages, ses œuvres d'art, publiée sous la direction de M. Émile Bruylant, tomes I, II, III. [1896]; 3 vol. in-4°.

Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique. Rapport triennal sur la situation de l'instruction primaire en Belgique, 1890-1893; gr. in-8°.

— Supplément à l'inventaire des cartes et plans, manuscrits et gravés, qui sont conservés au dépôt des archives provinciales de l'État, à Mons (L. Devillers). Mons, 1896; in-4° (VII-123 p.).

— Procès-verbaux des séances des conseils provinciaux, sessions de 1894 et 1895.

Ministère de la Justice. Procès-verbaux des séances de la Commission royale des anciennes lois et ordonnances, vol. VII, 4e fascicule; 1896.

— Coutumes des pays et comté de Flandre : quartier de Gand, tome VI, 1896; in-4°.

GAND. *Archives de biologie,* tome XIV, 3e et 4e fasc. 1896.

— *Bibliotheca Belgica,* livraisons 133 à 136, 1896; in-12.

GAND. *Kon. Vlaamsche Academie.* Hennen van Merchtenen's cornicke van Brabant (1414); door Guido Gezelle, 1896; in-8°.

LIÉGE. *Wallonia,* 1896, n° 6.

ALLEMAGNE.

Koelliker (Albert). Ueber den Fornix longus sive superior des Menschen. Zürich, 1896; in-8° (22 p.).

Tannert (A.-C.). Der Sonnenstoff als Zukunftslicht und Kraftquelle. Eine physikalische Entdeckung. Neisse, 1896; in-8° (47 p.).

Riem (Dr.-Joh.). Ueber eine frühere Erscheinung des Kometen 1881, III. Tebbut. Göttingen, 1896; in-8° (26 p., 1 pl.).

STRASBOURG. *Kais. Universitäts-Sternwarte.* Annalen, Band 1. 1896; in-4°.

FRANCFORT S/M. *Naturforschende Gesellschaft.* Bericht, 1896.

VIENNE. *V. Kuffner'sche Sternwarte.* Publication, Band IV. 1896; in-4°.

MUNICH. *Kön. Akademie der Wissenschaften.* Festrede gehalten am 14 März 1896 (Aug. von Bechmann) : Der churbayerische Kanzler Alois Freiherr von Kreittmayr, 1896; in-4°.

INNSBRUCK. *Ferdinandeum.* Zeitschrift, 40. H.

Association géodésique internationale. Comptes rendus des séances de la onzième conférence, à Berlin, en 1895. 1896; in-4°.

BERLIN. *Kön. Akademie der Wissenschaften.* Abhandlungen, 1895; in-4°.

GRAZ. *Historischer Verein für Steiermark.* Beiträge, 27. Jahrgang. 1896.

LEIPZIG. *Verein für Erdkunde.* Veröffentlichungen, Band I, II. 1891-95; in-8°.

CASSEL. *Verein für Naturkunde.* Abhandlungen und Bericht, XLI, 1895-96

MAGDEBOURG. *Naturwissenschaftlicher Verein.* Jahresbericht und Abhandlungen, 1895-96.

RATISBONNE. *Naturwissenschaftlicher Verein.* Berichte, 5. Heft, 1894-95.

STUTTGART. *Verein für vaterländische Naturkunde.* Jahreshefte, 52. Jahrgang. 1896.

AMÉRIQUE.

LA PLATA. *Museo de la Plata.* Revista, tomo VII, 1ª parte. 1895.

— Anales, seccion zoologica II, III. 1895; 2 cah. 4°.

RIO DE JANEIRO. *Observatorio.* Annuario, 1896.

BUENOS-AYRES. *Museo nacional.* Anales, 2ª série, tomo I, 1895.

— *Oficina meteorologica Argentina.* Anales, tomo X. 1896; in-4°.

MEXICO. Anuario estadistico de la Republica mexicana, 1894.

SALEM. *Association for the advancement of science.* Proceedings, 1896.

WASHINGTON. *Bureau of Ethnology.* 13th annual report. 1896; in-4°.

— *U. S. geological Survey.* 15th an 16th annual report. 1894-96; in-4°.

FRANCE.

Vial (Louis-Charles-Émile). L'amour dans l'Univers. L'inversion dans la création. Paris, 1896; in-8° (180 p. et 63 vignettes).

Nadaillac (le marquis de). Discours prononcé à l'assemblée générale de la Société de l'histoire de France, le 5 mai 1896. Nogent-le-Rotrou, 1896; extr. in-8° (15 p.).

— Les archives de Dropmore. Paris, 1896; extr. in-8° (48 p.).

Albert Ier de Monaco (S. A. Mgr le Prince). Résultats des campagnes scientifiques; fasc. X : Poissons provenant des campagnes du yacht « l'Hirondelle ». Monaco; 1896; in-4°.

— Sur la deuxième campagne de la « Princesse Alice ». Paris, 1895; extr. in-4° (4 p.).

Escary (J.). Mémoire sur la théorie générale du mouvement des planètes autour du soleil. Foix, 1896; in-8° (101 p.).

Jolyet (F). et *Lalesque (F.).* Travaux des laboratoires d'Arcachon. Paris, 1895; in-8° (59 p.).

Reinach (Théodore). Deux fragments de musique grecque. Paris, 1896; extr. in-8° (30 p.).

— Pour la tiare d'Olbia. Paris, 1896; extr. in-8° (29 p.).

LYON. *Université.* Annales: L'évolution d'un mythe. Açvins et dioscures (Ch. Renel). Paris, 1896; in-8°.

PAYS-BAS.

Einthoven (W.). Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium, 2de reeks, II. Leyde, 1896; in-8°.

Woordenboek der nederlandsche taal, deel XI, 2de aflev., en deel II, 8e aflev. La Haye, 1896; in-8°.

Flora Batava, 313de en 314de aflevering. Harlem, 1896; in-4°.

LEYDE. *Société néerlandaise de zoologie.* Compte rendu des séances du troisième congrès de zoologie en 1895. 1896; gr. in-8°.

UTRECHT. *Gasthuis voor ooglijders.* Jaarverslag, 1896.

PAYS DIVERS.

Cabanyes (Isidoro). Projecto de un aparato para la navigecion aérea, por el sistema « mas pesado que el aire ». Madrid, 1896; in-8° (19 p., 2 pl.).

Kammermann (A.). Résumé météorologique de l'année 1895 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1896; in-8°.

COPENHAGUE. *Institut météorologique.* Meteorologiske Observationer. 1896; in-4°.

HELSINGFORS. *Société des sciences de Finlande.* Observations météorologiques, vol. XIV, 1re livr. — Observations, tome supplémentaire pour 1881-1890, in-4°.

ZURICH. *Naturforschende Gesellschaft.* Festschrift 1746-1896 : 79. Jahresversammlung. 1896; 2 vol. in-8°.

COIRE. *Naturforschende Gesellschaft.* Jahresbericht, 1895-1896.

LAUSANNE. *Société d'histoire de la Suisse romande.* Antiquités lacustres. Album précédé d'une Notice sur les collections lacustres du Musée cantonal vaudois, par B. van Muyden, et d'un Mémoire explicatif, par A. Colomb. Lausanne, 1896; in-4°.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1896. — N° 11.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 7 novembre 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. le baron de Selys Longchamps, G. Dewalque, E. Candèze, Éd. Dupont, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Fr. Crépin, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, M. Mourlon, P. Mansion, P. De Heen, C. Le Paige, Ch. Lagrange, F. Terby, J. Deruyts, H. Valerius, L. Fredericq, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* A.-F. Renard, L. Errera, A. Lancaster et G. Cesàro, *correspondants.*

MM. Éd. Van Beneden et J. De Tilly s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend, sous l'impression d'un profond sentiment de regret, la perte qu'elle vient de faire en la personne du doyen des membres titulaires de la section des sciences mathématiques, M. François Donny, décédé à Gand, le 26 octobre dernier.

M. le Directeur, après avoir rappelé les travaux académiques du défunt, remercie M. Van der Mensbrugghe, au nom de la Classe, d'avoir bien voulu être son organe aux funérailles.

Le discours de M. Van der Mensbrugghe paraîtra au *Bulletin*.

Une lettre de condoléance sera adressée à la famille Donny.

— La Classe prend également connaissance de la mort de M. Tisserand, directeur de l'Observatoire national de Paris, décédé dans la même ville le 19 octobre dernier.

— M^lle^ C. Delbœuf remercie, au nom de sa famille, pour les sentiments de condoléance qui lui ont été exprimés lors de la mort de son père.

— La Société industrielle d'Amiens adresse son programme de concours pour l'année 1896-1897.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Annales de l'Observatoire royal de Belgique, nouvelle série, Annales astronomiques*, tome VII (présenté par M. Folie);

2° *Travaux du laboratoire de l'Université de Liége*, tome V, 1893-1895; par Léon Fredericq;

3° *Les Biélides, résultats des observations de 1895;* par Paul Stroobant (présenté par M. Terby, avec une note qui figure ci-après);

4° *Archives de pharmacodynamie. Recherches expérimentales sur l'action physiologique et thérapeutique des iodures ;* par Fr. Henrijean et Gabr. Corin;

5° *Travaux de thérapeutique expérimentale*, tome Ier; par Van Aubel, Henrijean et Corin;

6° *Atlas photographique de la Lune* (note de *Ciel et Terre*); par W. Prinz.

— Remerciements.

— Travaux manuscrits à l'examen :

1° *Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures;* par Ém. Laurent, Ém Marchal et Ém. Carpiaux. — Commissaires : MM. Errera, Gilkinet et Crépin;

2° *Tempêtes et cyclones;* par le chevalier A. de Longrée. — Commissaires : MM. Lancaster et Terby;

3° Lettre de M. Stephen H. Emmens, à New-York, *sur la constitution des corps*. — Commissaires : MM. Spring et Van der Mensbrugghe;

4° Lettre de M. Constantin Emmanuel, à Constantinople, *sur un appareil de locomotion*. — Commissaire : M. Valerius.

Discours prononcé aux funérailles de François-Marie-Louis Donny, membre de la Classe; par G. Van der Mensbrugghe, membre de l'Académie.

A peine la terre s'est-elle refermée sur les tombes de deux académiciens des plus distingués, MM. Wagener et Delbœuf, que la Classe des sciences vient d'éprouver encore une perte cruelle en la personne de François-Marie-Louis Donny. Né à Ostende, le 31 janvier 1822, il a pu, dès son enfance, exercer son esprit d'observation par le spectacle des grands phénomènes de la nature. Bien que n'ayant pas fait d'études universitaires complètes, il avait acquis de bonne heure une aptitude exceptionnelle pour les sciences, et notamment pour la physique; il débuta à 21 ans par un mémoire *Sur la cohésion des liquides et sur leur adhérence aux corps solides.* Ce début fut un vrai coup de maître : le jeune physicien fit voir, par des expériences devenues classiques, que la cohésion des liquides, bien loin d'être insignifiante comme on l'avait toujours pensé, pouvait au contraire devenir très considérable, et même les empêcher de bouillir à la température normale. Et que fallait-il pour arriver à ce résultat d'une importance capitale? Rien que chasser l'air par une ébullition suffisamment prolongée. A l'occasion de ces recherches, Donny inventa une pompe pneumatique qui lui rendit les plus grands services.

Le premier mémoire de François Donny appela d'emblée sur lui l'attention des physiciens et des chimistes; c'est ce qui redoubla encore son ardeur au travail. En 1845, il déploya son remarquable talent d'expérimentateur dans ses recherches faites en collaboration avec le professeur Mareska, sur les propriétés de l'acide carbonique liquide et solide. En 1848, il publia un mémoire très important *Sur la sophistication des farines,* mémoire qui lui valut un grand renom en Belgique et à l'étranger ; il fut invité par le Gouvernement français à vulgariser son procédé dans les divers départements et fut nommé, à cette occasion, chevalier de la Légion d'honneur.

Tant de travaux remarquables ne pouvaient manquer d'ouvrir au jeune savant les portes de l'Académie ; en 1850, il fut élu correspondant de la Classe des sciences; il n'avait que 28 ans, et déjà son nom était cité honorablement dans tous les centres scientifiques de l'Europe!

En 1851, il se livra, à la prière de Mareska, à de dangereuses recherches sur l'extraction du potassium ; c'est, je pense, vers la même époque qu'il contracta une pénible maladie à la suite de l'absorption de vapeurs mercurielles; sa constitution en ressentit une grave atteinte et son activité scientifique se trouva arrêtée dans son élan couronné jusqu'alors de tant de succès. Nous touchons ici à une époque de sa vie où les soins à donner à son enseignement universitaire (il devint professeur de chimie industrielle en 1858) et peut-être aussi les soucis créés par sa nombreuse famille, empêchèrent notre excellent confrère de poursuivre ses belles recherches. Devenu son collègue et son ami, j'ai eu bien souvent avec lui de longs entretiens où il me témoignait avec une sorte d'enthousiasme le vif désir de reprendre ses études si fécondes sur la cohésion des liquides; toute sa personne s'animait à la pensée de se montrer toujours le savant original et l'habile expérimentateur qui s'étaient révélés en lui dès ses débuts. S'il n'a pas donné suite à cette résolution, il n'en a pas moins fourni des preuves nouvelles de son talent de chimiste ; il ne laissait passer aucune occasion d'être utile à son célèbre confrère Joseph Plateau, pour qui, à maintes reprises, il a préparé les substances destinées à assurer le succès des expériences sur les figures d'équilibre des liquides, expériences qui ont tant contribué à illustrer la science belge. En 1864, il a fait paraître son *Essai sur les huiles,* sa note si remarquable *Sur une grille à combustion pour les analyses organiques*, une notice *Sur la recherche de l'arsenic* (travail fait en collaboration avec un de ses élèves, M. Szuch) et une note *Sur un moyen propre à distinguer le beurre artificiel du beurre naturel.* Nommé membre de l'Académie en 1866, il aurait pu sans doute enrichir encore nos recueils par des travaux fort intéressants ; malheureusement sa santé était devenue chancelante, et son enseignement absorbait toute l'ardeur qui lui restait.

Dans ces dernières années, il n'assistait plus que rarement aux séances de notre Classe ; toutefois je me souviens encore avec émotion de celle où notre éminent confrère rappela ses expériences si instructives sur la liquéfaction et la solidification de l'acide carbonique et où il nous montra qu'il avait été bien près de pouvoir annoncer, dès 1845, la liquéfaction d'un gaz qu'on a seulement pu liquéfier trente ans plus tard.

Cher et digne ami, à toi dont le nom demeurera à jamais gravé dans les annales de la science, à toi que nous avons appris à estimer hautement pour ta grande originalité en matière scientifique et à aimer pour ta droiture, ta bonté et ton exquise modestie, j'adresse en ce moment, au nom de tous tes confrères de l'Académie, un solennel et suprême adieu !

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.

M. Paul Stroobant, docteur en sciences physiques et mathématiques, astronome adjoint à l'Observatoire royal de Belgique et secrétaire de la Société belge d'astronomie, déjà avantageusement connu de l'Académie par de nombreuses publications, fait hommage à notre Compagnie d'un nouveau travail qu'il vient de faire paraître dans le *Bulletin mensuel* de la Société précitée. Ce travail est intitulé : *Les Biélides, résultats des observations de 1895.*

La Société belge d'astronomie avait organisé des observations systématiques des Biélides, et M. Stroobant rend compte ici des résultats obtenus à Bruxelles, Malines, Nimègue, Alassio, Pavie et Levis (près de Québec, au Canada). L'auteur montre que le maximum, en 1895, a dû se produire du 20 au 21 novembre, trois jours plus tôt qu'en 1892. M. Stroobant a calculé aussi les éléments paraboliques de l'essaim et, en les comparant à ceux de la comète de Biéla, il constate une discordance remarquable pour l'inclinaison ; celle-ci se serait fortement modifiée et ce résultat montre la nécessité de nouvelles observations pendant les années subséquentes.

Nous croyons que ce travail fera honneur à son auteur et à la Société belge d'astronomie qui lui a permis d'en recueillir les éléments.

F. Terby.

RAPPORTS.

Sur l'avis verbal de MM. Plateau et Fredericq, une note de J.-F. Heymans (*Le bromure d'éthyle comme anesthésique opératoire chez les céphalopodes*), figurera au *Bulletin*.

Contribution à l'étude des phénomènes polaires des muscles; par le Dr E. Lahousse, professeur à l'Université de Gand.

Rapport de M. Léon Fredericq, premier commissaire.

« Pflüger et Chauveau ont découvert, en 1859, indépendamment l'un de l'autre, que le courant électrique n'excite pas les nerfs à la fois dans toute leur étendue, mais seulement au niveau de l'un des pôles. L'excitation est limitée au voisinage du pôle négatif ou *cathode* au moment de la fermeture du courant constant; elle apparaît au pôle positif ou *anode* au moment de la cessation ou rupture du courant.

On a reconnu que cette *loi polaire de l'excitation électrique* était également applicable aux muscles striés et à d'autres éléments vivants. Mais on a signalé quelques exceptions à la règle. Ainsi, pour certains Protistes, il paraît bien établi que l'excitation de fermeture se produit à l'anode et celle de rupture au cathode (loi polaire inverse de celle de l'excitation des nerfs et des muscles striés). En ce qui concerne les muscles lisses des vertébrés et des animaux inférieurs, les divers expérimentateurs sont arrivés à des résultats assez peu concordants.

M. Lahousse a repris cette étude à la station zoologique de Naples : il a expérimenté l'action du courant constant sur les muscles lisses d'un certain nombre d'animaux inférieurs. Je ne suivrai pas l'auteur dans le détail des particularités intéressantes qu'il a découvertes pour les différentes variétés de muscles. Je me borne à signaler la conclusion générale qui se dégage de ses études : la fermeture du courant constant produit des phénomènes d'*excitation* (contraction) au niveau du pôle négatif, d'*inhibition* (relâchement) au niveau du pôle positif. Ces phénomènes persistent pendant toute la durée du passage du courant.

Les recherches de M. Lahousse apportent une contribution intéressante à une question très importante de physiologie générale. J'ai l'honneur de proposer à la Classe :

1° D'insérer le travail de M. Lahousse dans le *Bulletin* de la séance ;

2° De voter des remerciements à son auteur. »

M. Plateau, second commissaire, déclarant se rallier complètement à l'appréciation et aux conclusions de son savant confrère, celles-ci sont adoptées par la Classe.

—

Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance; par V. Willem.

Rapport de M. Plateau, premier commissaire.

« C. Semper, par des expériences sur la *Limnæa stagnalis,* avait constaté qu'il existait une relation entre la croissance de ce Mollusque et la capacité des vases où on l'élevait : toutes choses égales d'ailleurs, les individus vivant dans un volume d'eau faible croissaient moins rapidement que ceux placés dans un volume d'eau plus considérable.

Il expliquait ce fait par l'hypothèse suivante : l'eau contiendrait des traces d'une substance stimulante qui ne peut être absorbée en quantité utile par l'animal que dans le cas où le volume du liquide ambiant dépasse une certaine limite.

H. de Varigny, dans un travail plus récent sur le même sujet, arrive à cette conclusion que la superficie des récipients a, sur la croissance des Limnées, une influence beaucoup plus grande que leur capacité. Il attribue le retard dans la croissance des individus restés petits au défaut d'exercice ou à l'absence de mouvements.

Des observations et des expériences d'autres naturalistes sur les Limnées et les Planorbes ayant démontré, depuis longtemps, l'existence chez ces Pulmonés d'une respiration aquatique cutanée active leur permettant, dans une eau bien aérée, de se passer de la respiration aérienne proprement dite, l'auteur de la notice que nous analysons a pensé que les différences de taille observées par Semper et de Varigny résultaient simplement de ce que ces expérimentateurs avaient négligé de tenir compte d'une condition importante, celle de l'aération du liquide.

Après avoir prouvé par des expériences bien conduites que chez les Limnées et les Planorbes, la respiration cutanée non seulement existe, mais joue un rôle de plus grande valeur que la respiration pulmonaire et peut, à elle seule, suffire à la vie des animaux en question, M. Willem a élevé des pontes de *Limnœa ovata* et de *Planorbis corneus;* puis, lorsque les jeunes eurent atteint une taille d'environ 4 millimètres, il a choisi ceux qui avaient sensiblement les mêmes dimensions et les a répartis, par moitié, dans deux vases de même capacité contenant comme aliments, non des plantes vertes qui auraient pu modifier la proportion des gaz, mais des rondelles de carottes et de pommes de terre. Des précautions étaient prises pour éviter la putréfaction de ces substances. L'eau de l'un des vases était continuellement aérée à l'aide d'un dispositif décrit par l'auteur, celle de l'autre n'avait de rapports avec l'atmosphère que par sa surface.

Les expériences ont duré trois mois et demi et quatre mois. Les résultats ont été des différences de taille du même genre que celles obtenues par Semper et de Varigny, les plus grands individus ayant toujours été, dans ce cas-ci, ceux du vase aéré.

Afin d'apporter une preuve de plus à sa manière de voir, M. Willem a placé les Mollusques dans les conditions réalisées par de Varigny, c'est-à-dire une partie des individus dans un vase de faible capacité, les autres dans un récipient de capacité beaucoup plus considérable; seulement il a disposé l'appareil de façon que l'aération de l'eau fût la même dans les deux.

Les animaux étaient des *Limnœa ovata* et des *Planorbis marginatus* choisis de la même manière que plus haut.

Si l'explication de de Varigny était exacte, on aurait dû trouver, au bout d'un temps suffisant, que les individus du grand vase auraient acquis une taille supérieure à celle des exemplaires du petit récipient. Or, il n'en fut rien; après trois mois, les tailles étaient identiques de part et d'autre.

Ce travail résout donc définitivement une petite question intéressante touchant la biologie des Pulmonés aquatiques. Je propose en conséquence à la Classe d'en décider l'impression dans le *Bulletin* de la séance, ainsi que la reproduction des deux figures accompagnant le texte. »

M. Fredericq, second commissaire, fait savoir qu'après avoir pris connaissance de l'intéressant travail de M. Willem et de l'analyse si complète qu'en a donnée le premier commissaire, il croit pouvoir se borner à se rallier aux conclusions formulées dans le rapport de M. Plateau.

Ces conclusions sont adoptées par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Comment les fleurs attirent les Insectes. — Recherches expérimentales. Deuxième partie; par Félix Plateau, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique, etc.

§ 1. — Introduction.

En 1895, j'ai publié, sous le même titre, une première notice (1), dans laquelle je donnais à peu près exclusivement les résultats d'expériences effectuées sur des Dahlias simples dont j'avais couvert soit seulement les fleurons périphériques, soit, à la fois, les fleurons périphériques et les fleurons centraux à l'aide de feuilles du même vert que celles des plantes supports.

Les conclusions qui découlent de cet essai, conclusions que j'ai pris alors la précaution de n'appliquer *qu'aux Composées radiées*, sont les suivantes :

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXX, pp. 466-488, 1895.

Des résumés fort bien faits de ce petit travail ont été publiés par MM. Coupin (*La Nature*, 11 avril 1896), Kienitz-Gerloff (*Botanische Zeitung*, 16 avril 1896), Tiebe (*Biologisches Centralblatt*, 1er juin 1896) et Florentin (*Le Naturaliste*, 15 juillet 1896). Je saisis l'occasion de cette mention pour remercier encore une fois ceux qui ont ainsi contribué à faire connaître mes recherches.

1° Les Insectes visitent activement les inflorescences qui n'ont subi aucune mutilation, mais dont la forme et les couleurs sont masquées par des feuilles vertes;

2° Ni la forme ni les couleurs vives des capitules ne semblent avoir d'action attractive;

3° Les fleurons périphériques colorés des Dahlias simples et, par conséquent, des capitules des autres Composées radiées n'ont pas le rôle vexillaire ou de signal qui leur a été attribué;

4° La forme et la couleur ne paraissant pas avoir de rôle attractif, les Insectes sont évidemment guidés vers les capitules de Composées par un autre sens que la vue, sens qui est probablement l'odorat.

Les résultats étaient tellement en désaccord avec les idées reçues que je compris immédiatement la nécessité de poursuivre ce genre de recherches en variant les conditions de toutes les façons possibles. J'ai donc fait, cet été, dans mon jardin qui est assez étendu, au Jardin botanique de Gand et en pleine campagne, les observations et les expériences dont je vais rendre compte dans cette deuxième partie et dans une troisième qui paraîtra sous peu; les unes ne sont que la répétition de tentatives déjà effectuées par des naturalistes qui m'ont précédé, les autres sont nouvelles.

En outre, n'ayant pu, dans le cours d'une seule saison, du reste assez défavorable, épuiser tout le programme que je m'étais tracé, je réserve pour une quatrième partie certaines expériences encore incomplètes.

Avant d'aborder les faits qui font le sujet de la présente notice, je tiens à répondre dès à présent à quelques critiques probables :

1° On pourrait blâmer qu'observant les allures d'Insectes indigènes, j'aie fait beaucoup de mes expériences en employant des végétaux exotiques.

Toutes les plantes en question sont cultivées en Europe depuis très longtemps ; les Insectes montrent en général pour elles une préférence marquée, au point de négliger les végétaux du pays croissant au voisinage ; les organes floraux réputés attractifs sont fort souvent plus grands et plus brillamment colorés ; enfin, le parfum est parfois plus intense ; toutes conditions rendant les expériences bien plus démonstratives que si l'on opérait sur des espèces de notre flore.

2° Dans un certain nombre de cas, je n'ai pu noter de visites de l'Abeille domestique, ou bien je n'en ai vu que fort peu. Ce détail n'infirme en rien les résultats constatés ; il provient exclusivement de ce qu'il n'existe pas d'apiculteurs dans mon voisinage immédiat.

3° Le lecteur se demandera peut-être pourquoi je n'ai pas essayé l'emploi de fleurs artificielles. Je pourrais me borner à répondre que les fleurs artificielles n'étant pas colorées au moyen des matières colorantes des fleurs naturelles, mais à l'aide de couleurs minérales ou de couleurs d'aniline, leurs teintes peuvent ne pas être perçues par les Insectes de la même façon que par nos yeux humains. J'ai une réponse plus nette à formuler : d'expériences variées que j'ai faites dès 1876, à l'aide de fleurs artificielles (1), j'ai cru pouvoir conclure que « les Insectes

---

(1) *L'instinct des Insectes peut-il être mis en défaut par des fleurs artificielles?* (Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Clermont-Ferrand, 1876.)

» perçoivent entre les fleurs naturelles et les fleurs artificielles de même forme et de même couleur (même couleur pour l'homme) des différences qui échappent à un observateur non prévenu ; différences assez grandes, non seulement pour ne permettre aucune erreur, mais encore pour déterminer, dans certains cas, de la méfiance ».

Je serai donc fondé à considérer comme sans utilité de nouvelles tentatives dans la même direction ; mais reconnaissant que mes expériences sur les fleurs artificielles ne sont pas à l'abri de toute critique, surtout au point de vue du choix des espèces botaniques, et ayant connaissance de quelques observations en contradiction apparente avec les miennes, je me propose de reprendre ce genre d'investigations en m'entourant de toutes les précautions désirables.

Ces préliminaires posés, je passe à la description des expériences que comprend cette deuxième partie.

§ 2. — SUPPRESSION DES PÉTALES OU DE LA PORTION COLORÉE DE LA COROLLE.

Plusieurs naturalistes ont eu avant moi l'idée bien simple d'enlever les pétales colorés pour voir comment se comporteraient les Insectes ; tels sont Kurr, Anderson, Ch. Darwin, Van Tieghem et Gaston Bonnier.

Les résultats obtenus par mes prédécesseurs diffèrent ; les uns semblent démontrer l'exactitude de la théorie de H. Müller, d'après laquelle l'éclat de la corolle est la cause principale dirigeant l'Insecte vers la fleur, tandis que d'autres paraissent prouver que cette théorie est totalement ou partiellement fausse.

Ces désaccords proviennent peut-être quelquefois de certains détails dans la forme de la fleur mutilée (voir plus loin, *Antirrhinum*) ; mais je suis persuadé, mes expériences le prouvent, que l'absence de visites d'Insectes après la mutilation provient surtout du peu de précautions prises par les observateurs. Ainsi il faut éviter de manier longuement la fleur entre les doigts; le simple arrachement des pétales est mauvais; il est indispensable de les couper rapidement avec des ciseaux fins et propres; l'expérimentateur se lavera les mains avant de toucher aux plantes; il s'abstiendra de fumer pendant l'ablation des organes colorés; enfin il s'armera de patience pour observer longuement, afin de ne pas émettre à la légère une opinion hâtive.

a. — *Expériences sur le* LOBELIA ERINUS L.

On a fréquemment cité (1) l'expérience de Ch. Darwin (2) sur le *Lobelia Erinus* comme démontrant, sans discussion possible, que les Insectes sont fortement attirés par les couleurs éclatantes des fleurs.

Darwin s'exprime littéralement comme suit : « C'est » une question curieuse que celle de savoir comment les » Abeilles reconnaissent les fleurs de la même espèce. Il » n'y a aucun doute que la corolle colorée soit ici le

---

(1) Par exemple dans L. ERRERA et G. GEVAERT, *Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs*, p. 102 (BULL. SOC. ROY. DE BOTANIQUE DE BELGIQUE, t. XII, 1878); THÉOD. BARROIS, *Rôle des Insectes dans la fécondation des végétaux*, p. 104, Paris, 1886, etc.

(2) DARWIN, *The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom*, p. 420, London, 1876.

» guide principal. Par une belle journée, alors que les
» Abeilles visitaient sans cesse les petites fleurs bleues
» du *Lobelia Erinus,* je coupai tous les pétales de certaines
» fleurs et seulement les pétales inférieurs striés d'autres.
» Ces fleurs ne furent plus une seule fois sucées par les
» Abeilles, quoique plusieurs de ces Insectes marchassent
» dessus. L'enlèvement des seuls petits pétales supérieurs
» n'amena aucune modification dans les visites. »

Le résultat est si différent de ceux d'essais analogues que j'avais effectués et dont on trouvera plus loin la description que je voulus reprendre l'expérience de Darwin sur le *Lobelia Erinus.*

Afin de me mettre à l'abri de causes d'erreur, j'ai procédé de la manière ci-dessous, en prenant comme toujours les précautions que j'ai énumérées.

Deux pots de *Lobelia* sensiblement identiques, portant l'un et l'autre de trente à quarante fleurs, sont placés en plein air, à une bonne exposition (sud) et à 50 centimètres l'un de l'autre.

On les a posés chacun sur une planchette terminant un piquet, de manière qu'ils dépassent d'une vingtaine de centimètres les plantes basses avoisinantes (fig. 1).

Derrière les pots de Lobélias s'élèvent des touffes de Dahlias simples et, autour des piquets portant les pots, existe un épais fouillis de *Petunia* et de *Tagetes patula* en fleurs; tous ces végétaux servant d'entourage attirent beaucoup d'Insectes.

Cet arrangement avait pour objet de laisser aux animaux à observer le choix le plus large; de sorte que si quelques-uns d'entre eux se portaient sur les Lobélias, il fût impossible d'expliquer le fait en disant qu'ils n'avaient que cela à leur disposition.

On a commencé par s'assurer pendant deux ou trois jours : 1° que les Lobélias sont relativement peu visités ; 2° que *dans le jardin où les expériences ont été effectuées*, ces fleurs ne sont jamais sucées par les Hyménoptères et ne le sont que très rarement par les Lépidoptères diurnes. Les Insectes appartenant à ces deux groupes viennent de temps à autre examiner les Lobélias en décrivant autour d'eux une courbe plus ou moins serrée, mais ne s'y posent pas, ou, s'ils s'y posent par extraordinaire, comme je l'ai vu faire une fois à une Abeille, une fois à la *Vanessa urticæ* et une fois à la *Vanessa Atalanta*, l'examen attentif montre qu'ils n'introduisent pas leur trompe dans les corolles.

Les seuls Insectes qui, *dans le jardin en question*, explorent d'habitude *réellement* les fleurs de Lobélias pour y puiser des substances alimentaires, sont les Diptères et surtout les *Eristalis* (1).

Ceci constaté, on coupe à l'aide de ciseaux *tous* les pétales de la totalité des fleurs d'un des pots, aussi bien les deux petits pétales supérieurs que les trois grands pétales inférieurs, de façon à ne conserver que les tubes des corolles (fig. 2).

---

(1) Les *Eristalis* font partie des plus grands représentants de la famille des Syrphides, famille au sujet de laquelle H. Müller (*The fertilisation of flowers*. Traduction anglaise de D'Arcy W. Thompson, p. 36, Londres, 1883) s'exprime ainsi : « La famille des Syrphides est » (dans le groupe des Diptères) de beaucoup la plus importante, au » point de vue de la fécondation. La plupart des nombreuses espèces » et surtout les espèces communes vivent exclusivement ou presque » exclusivement des fleurs, et c'est dans cette famille que se ren- » contrent les adaptations les plus parfaites à une alimentation par » le pollen et par le nectar. » Il représente à ce propos, figures 4 et 5, les pièces buccales de l'*Eristalis tenax* dont il décrit le fonctionnement. Si j'insiste sur ce point, c'est que les Diptères Syrphides sont trop souvent considérés seulement comme mangeurs de pollen, alors que plusieurs d'entre eux, les Éristales entre autres, se servent très habilement de leur trompe pour sucer du nectar.

Dès ce moment, les deux pots sont différents d'aspect; l'un, intact (fig. 1, *a*), est couvert de fleurs bleues épanouies, l'autre (fig. 1, *b*) n'a plus que des tubes et semble, à très petite distance, être complètement défleuri.

Le jour même de cette opération, le temps devenu détestable a obligé de remettre les observations aux journées suivantes.

Voici ces observations :

14 septembre, de 9 à 10 heures du matin. Temps variable, nuages fréquents, du vent (1).

On s'assure que le pot de Lobélias mutilés n'offre pas de nouvelles fleurs ouvertes et, par une revision attentive, on fait disparaître aux ciseaux les dernières traces de pétales.

En une heure, les Insectes qui se sont rendus vers les Lobélias se sont répartis comme suit :

	LOBÉLIAS INTACTS.		LOBÉLIAS SANS PÉTALES.	
		Individus.		Individus.
Insectes se posant pour sucer.	*Eristalis tenax,*	13	*Eristalis tenax,*	3
			Syrphus,	2
Insectes examinant en décrivant des cercles au vol.	*Eristalis tenax,*	4	*Syrphus,*	1
	Bombus terrestris,	2	*Helophilus,*	1
	Vespa vulgaris,	1	*Vespa vulgaris,*	1
	Vanessa Atalanta,	1	*Vanessa Atalanta,*	1

---

(1) Les dates, les heures et le temps qu'il faisait sont indiqués à propos de chaque expérience, pour bien préciser les conditions dans lesquelles celle-ci était effectuée.

Sur les Lobélias sans pétales, les *Eristalis* observées de près passaient d'un tube à l'autre; l'une d'elles a ainsi exploré *en suçant*, successivement treize tubes.

14 septembre, après-midi, de 2 heures à 3 h. 10. Mêmes précautions préliminaires quant à la suppression complète des pétales sur les Lobélias mutilés :

	LOBÉLIAS INTACTS.		LOBÉLIAS SANS PÉTALES.	
		Individus.		Individus.
Insectes se posant pour sucer.	*Eristalis tenax,*	1	*Eristalis tenax,*	3
			Musca,	1
Insectes examinant en décrivant des cercles au vol.	*Bombus terrestris,*	5	*Bombus muscorum,*	1
	Odynerus quadratus,	1	*Bombus terrestris,*	1
			Vespa vulgaris,	1

Encore une fois, sur les Lobélias sans pétales, les *Eristalis* passent d'un tube à l'autre. Deux de celles-ci sucent chacune successivement six tubes.

16 septembre, matin, de 11 à 12 ½ heures. Beau temps, un peu de vent; mêmes précautions que plus haut :

	LOBÉLIAS INTACTS.		LOBÉLIAS SANS PÉTALES.	
		Individus.		Individus.
Insectes se posant pour sucer.	*Eristalis tenax,*	18	*Eristalis tenax,*	15
	Syrphus,	1	*Pieris napi,*	1
Insectes ne se posant qu'un instant très court	*Pieris napi,*	1	*Pieris napi,*	1
	Vanessa urticæ,	1	*Bombus terrestris,*	1
Insectes examinant en décrivant des cercles au vol.	*Bombus terrestris,*	3	*Bombus terrestris,*	2
	Eristalis tenax,	8	*Vespa vulgaris,*	1
	Pieris napi,	1	*Eristalis tenax,*	3
	Vanessa urticæ,	1	*Pieris napi,*	1

Sur les Lobélias sans pétales, un *Pieris napi* a, par extraordinaire, réellement butiné, plongeant sa trompe dans trois tubes corolliens. Quant aux *Eristalis*, elles ont encore butiné longuement; l'une d'elles a été jusqu'à sucer vingt-sept tubes. En général, les visites des *Eristalis* aux Lobélias mutilés étaient beaucoup plus prolongées, le nombre des fleurs sucées étant plus grand que pour les Lobélias intacts qu'elles quittaient presque toujours assez vite. J'attribue ce détail à ce que l'animal atteint peut-être plus facilement le fond du tube de la corolle quand les pétales sont enlevés.

Si nous résumons les résultats, nous trouvons pour les visites actives réelles, c'est-à-dire où les Insectes ont sucé (en 3 $^1/_2$ h.) :

LOBÉLIAS INTACTS.	LOBÉLIAS SANS PÉTALES.
33 Insectes.	25 Insectes.

Et pour les Insectes simplement attirés, mais ne suçant pas, respectivement :

LOBÉLIAS INTACTS.	LOBÉLIAS SANS PÉTALES.
29 Insectes.	16 Insectes.

Il y a donc eu un peu plus d'Insectes pour les Lobélias intacts que pour les Lobélias mutilés; mais il reste incontestable que le *Lobelia Erinus est visité d'une façon réelle, malgré la suppression totale des pétales colorés*, et que le résultat de l'expérience de Darwin, exact au moment où il l'a effectuée, dans les conditions où il a opéré et pour les Abeilles de son jardin, n'a pas la portée générale qu'on lui a attribuée (1).

---

(1) J'ai donné assez de preuves, dans mon enseignement et dans des publications, du grand respect que je professe à l'égard de la personne et des travaux de Darwin pour ne pouvoir être soupçonné un seul instant de faire de la critique systématique.

b. — *Expériences sur l'*OENOTHERA BIENNIS L.

L'Onagre, *Oenothera biennis*, originaire de la Virginie, mais naturalisée en Europe depuis longtemps, ouvre ses larges fleurs d'un jaune paille vers le soir; elles restent ainsi épanouies toute la nuit et pendant le commencement de la matinée suivante.

De bon matin, les fleurs sont visitées par les Abeilles qui s'y barbouillent littéralement de pollen; puis, les Abeilles parties, viennent quelques Diptères, entre autres l'*Eristalis tenax* (1).

Dès que le soleil est un peu haut, les fleurs se fanent et les Insectes n'arrivent plus.

Dans les expériences, il fallait donc, sous peine d'insuccès, opérer avant l'arrivée des Abeilles, c'est-à-dire de bonne heure.

3 septembre, de 7 à 8 heures du matin. Soleil voilé, temps frais.

Sur une forte touffe d'*Oenothera* cultivée dans mon jardin et la seule probablement à une grande distance à la ronde, il y a des boutons, des fleurs fanées de la veille et dix fleurs épanouies (fig. 3, *a*).

A l'aide de ciseaux fins, je coupe rapidement, près du calice, les pétales de ces dix fleurs, pétales qui tombent sur le sol.

Les fleurs ainsi mutilées ont l'aspect représenté figure 3, *b*. On les retrouve sans peine à cause de la coloration jaune des étamines et du stigmate cruciforme, mais, en réalité, elles sont infiniment moins apparentes que les fleurs intactes ou les fleurs fanées.

---

(1) H. MÜLLER (*op. cit.*, édition anglaise, p. 264) cite aussi comme visiteurs diurnes de l'*Oenothera*, l'Abeille et diverses espèces d'Eristales.

L'Abeille qui visite la plante vole dans tous les sens, vers les fleurs fanées, vers les boutons, même sur les pétales tombés à terre qu'elle examine assez attentivement en se promenant dessus; cependant *elle ne se pose pour butiner que sur les fleurs mutilées privées de corolle.*

J'ai vu une Abeille butiner ainsi successivement dans quatorze fleurs mutilées. La plante n'en portant que dix, elle est donc retournée à plusieurs de celles qu'elle avait déjà visitées.

Quant au fait que l'Abeille tournoie autour des boutons fermés ou des fleurs fanées et se pose aussi sur les pétales coupés gisant sur le sol, rien n'autorise à attribuer exclusivement ces allures à l'éclat jaune des objets en question, comme on l'aurait fait certainement il y a quelques années. Il ne faut pas oublier, en effet, que les fleurs d'*Oenothera* ont un parfum agréable très perceptible et qui devait surtout imprégner des pétales récemment enlevés à des fleurs fraîches (1).

---

(1) C'est évidemment aussi l'odeur, et spécialement l'odeur du nectar sécrété à la base de deux des étamines restées adhérentes à la corolle tombée, qui explique le fait suivant, rapporté par **Errera** et **Gevaert** (*op. cit.*, p. 189) : « Nous avons remarqué à diverses reprises » que les Insectes butinent indistinctement les corolles (de *Pentstemon*) tombées sur le sol, de quelques variétés qu'elles soient… » seulement, les Insectes y puisent le nectar, non plus par l'ouverture supérieure de la corolle, mais bien en introduisant leur trompe » par l'extrémité opposée. »

6 septembre, de 7 à 8 heures du matin. Temps beau, chaud.

L'*Oenothera* porte ce matin-là treize fleurs épanouies dont j'enlève rapidement les pétales à coups de ciseaux. Les Abeilles se comportent exactement de la même façon que précédemment, sauf qu'elles n'explorent presque plus les pétales tombés. J'ai noté :

Une Abeille visitant successivement 10 fleurs mutilées.
Une — — — 3 —
Une — — — 15 —

La dernière revenait donc à des fleurs déjà visitées. Bien que dans ces visites très actives, les Abeilles se couvrent du pollen abondant de l'*Oenothera*, elles viennent exclusivement pour le nectar et pas pour le pollen dont elles se débarrassent fort adroitement, quoique ce pollen soit accompagné de filaments plus ou moins visqueux. A cet effet, après avoir visité une série de fleurs d'*Oenothera*, l'Abeille, toute revêtue de pollen jaune, va se poser sur une feuille d'une autre plante et se brosse vivement, de façon à ramasser tout le pollen en une boulette de 3 millimètres environ de diamètre qu'elle finit par laisser choir sur le sol.

Ces expériences sur l'*Oenothera* prouvent donc aussi que les Insectes, et ici des Hyménoptères à instincts développés, visitent les fleurs artificiellement privées de leur corolle grande et très voyante.

c. — *Expérience sur l'*IPOMAEA PURPUREA L.

Un petit groupe de Volubilis ou Liseron des jardins, *Ipomaea (Pharbitis) purpurea* L., le seul pour le moment en fleurs dans le jardin, porte, le 17 août, des boutons fermés, quelques fleurs fanées et fermées et neuf fleurs épanouies.

On sait que celles-ci sont en forme d'entonnoir (fig. 4, *a*) et que le nectar sécrété sur l'ovaire se trouve par conséquent au fond de la corolle, dans la partie la plus étroite. Aussi n'y a-t-il guère que les *Bombus* qui visitent ces fleurs d'une façon fructueuse.

A l'aide de ciseaux fins, je coupe les corolles des neuf fleurs juste au-dessus des sépales du calice (fig. 4, *b*). Non seulement toute la partie voyante et soi-disant attractive se trouve enlevée, mais en outre on a supprimé en même temps les cinq stries rayonnantes (fig. 4, *a*, 1, 2, 3, 4, 5), plus vivement colorées que le reste et faussement considérées depuis Sprengel comme stries directrices.

Le groupe d'*Ipomaea*, si beau il y a un instant, avec ses larges fleurs d'un rose vif largement ouvertes au soleil, est devenu triste à regarder; il faut de l'attention pour y voir les restes des fleurs mutilées.

Malgré cela, malgré la présence dans le jardin d'autres espèces de plantes nombreuses activement visitées, j'ai noté en une heure d'observations, du reste interrompues par des allées et venues, l'arrivée de quatre *Bombus*.

Un	*Bombus muscorum*	visite	successivement	5	fleurs mutilées.
Un	*Bombus terrestris*	—	—	2	—
Un	*id.*	—	—	5	—
Un	*id.*	—	—	3	—

Ce dernier part, puis revient visiter une quatrième fleur sans corolle.

Ces visites ont lieu sans hésitation; elles sont réelles, l'Insecte plongeant sa tête dans le peu qui reste de la corolle et suçant comme il le ferait dans une fleur intacte. De temps à autre, les *Bombus* s'adressaient, mais naturellement d'une façon inutile, aux fleurs fanées et à corolles fermées par l'enroulement en dedans caractéristique du bord. Ces Insectes étaient évidemment attirés par un reste d'odeur.

L'expérience que je viens de décrire me semble démonstrative.

d. — *Expériences sur le* DELPHINIUM AJACIS L.

J.-G. Kurr (1) a effectué, il y a déjà plus de quarante ans, l'expérience consistant à enlever les sépales et les pétales au *Delphinium Ajacis* et au *D. consolida*. Malgré ces mutilations, les fleurs donnèrent des graines, fait au sujet duquel Darwin exprime son étonnement (2). L'illustre naturaliste ne pouvait évidemment plus, après son essai sur le *Lobelia Erinus*, se figurer la possibilité de visites fructueuses d'Insectes à des fleurs privées de leurs ornements voyants.

Ces visites à des *Delphinium* mutilés sont cependant bien réelles, comme le démontre ce qui suit :

5 juillet. Temps beau.

Quatre pieds de *Delphinium Ajacis*, deux bleus et deux roses croissant ensemble, sont de temps en temps visités par des *Bombus terrestris*.

On coupe aux ciseaux toute la partie attractive de la totalité des fleurs, ne laissant à peu près que l'éperon nectarifère (fig. 3, *b*).

---

(1) KURR, *Untersuchungen über die Bedeutung der Nektarien in den Blumen*, p. 135. Stuttgart, 1833.

(2) DARWIN, *The effects*, etc., OP. CIT., p 420, en note.

En trois quarts d'heure d'observations interrompues, on note la visite de deux *Bombus;* le premier suce rapidement deux fleurs mutilées, puis part; le deuxième décrit seulement quelques excursions dans le sens vertical, le long des grappes, puis s'en va. Ce jour-là, je n'ai plus vu de nouvelles visites. Il est du reste à remarquer que le jardin contenait un nombre considérable d'autres fleurs attractives : Pois à bouquets *(Lathyrus latifolius)*, Capucines, Digitales, etc., attirant beaucoup les Bourdons et les détournant des *Delphinium.*

6 août. Temps calme, un peu couvert.

Je coupe aux ciseaux la partie attractive des fleurs d'une partie seulement des *Delphinium*, laissant les autres entières.

Un *Bombus terrestris* visite rapidement (comme le font toujours ces Insectes pour cette forme de fleurs) les fleurs intactes, restant à peine une seconde sur chacune d'elles et, pendant son exploration, visite et suce exactement de la même manière deux des fleurs mutilées. Les fleurs intactes étaient bleues, les fleurs n'ayant plus que l'éperon étaient roses; leur mutilation était sérieuse, pas aussi complète cependant que dans l'expérience précédente : un peu de la base des sépales roses attractifs s'y voyait encore.

Je ferai remarquer à propos de ces expériences, qui, répétées un plus grand nombre de fois, auraient toujours fourni les mêmes résultats, que, vu la rapidité des allures des Bourdons sur les *Delphinium*, il eût suffi d'un instant d'inattention de la part de l'observateur pour ne pas voir les visites aux fleurs mutilées et pour émettre des conclusions absolument fausses.

e. — *Expériences sur le* CENTAUREA CYANUS L.

On sait que chez le Bleuet commun, les fleurons centraux, fort peu apparents, ont seuls des étamines, un pistil et une glande nectarifère, tandis que les fleurons périphériques, grands, infundibuliformes, vivement colorés, sont vides. Les dimensions de ces fleurons du pourtour, leur couleur, leur position, ont fait admettre par H. Müller (1) et ses continuateurs qu'ils servent d'organes attractifs.

L'expérience suivante montre que ce rôle vexillaire est bien douteux.

28 juin. Temps beau.

Quatre variétés de *Centaurea cyanus*, bleue, rose, blanche et violette foncée, sont cultivées en mélange, formant un grand groupe serré portant des centaines d'inflorescences.

Ces Bleuets sont visités par quelques rares Abeilles et très activement par de nombreuses Mégachiles *(Megachile ericetorum)* qui passent, par des mouvements brusques, d'un capitule à l'autre, explorant et suçant sur chacun les fleurons centraux tout en piétinant en cercle.

J'enlève les fleurons périphériques réputés attractifs à dix inflorescences disséminées çà et là au milieu de la multitude des autres intactes. Les inflorescences mutilées appartiennent aux diverses variétés de couleurs; elles contrastent naturellement beaucoup d'aspect avec celles qui sont restées entières et ressemblent aux inflorescences en fruit dont les fleurons du pourtour sont tombés (fig. 6, *b*).

---

(1) MÜLLER (édit. anglaise, *op. cit.*, p. 350).

Malgré cela, en une heure et demie d'observation, j'ai vu une Abeille visiter une inflorescence mutilée et les Mégachiles sucer, absolument comme elles se comportent sur les autres capitules, dix-neuf (1) inflorescences privées de leurs fleurons colorés. Ces Insectes passaient, comme si rien de spécial n'avait été effectué, des capitules intacts aux capitules mutilés.

Le lendemain, 29 juin, je constate que les Mégachiles visitent encore les mêmes inflorescences dépourvues de fleurons périphériques.

L'expérience est décisive et les chiffres de visites eussent pu être bien plus élevés si, pour forcer artificiellement les choses, j'avais mutilé un plus grand nombre de Bleuets.

On le voit, le résultat est, sous une forme un peu différente, celui que j'avais obtenu avec une autre Composée, le Dahlia simple, en masquant les fleurons périphériques rouges ou roses au moyen d'une feuille trouée ne laissant voir que les fleurons tubuleux centraux jaunes (2). L'expérience en question se réalise du reste souvent d'elle-même; en effet, en observant les allures des Hyménoptères et des Diptères visitant un groupe un peu considérable de Dahlias, il n'est pas rare du tout de voir ces Insectes butiner en passant indifféremment de capitules intacts à des capitules dont tous les fleurons du pourtour sont tombés.

---

(1) Les Mégachiles revenaient donc à des capitules mutilés déjà explorés.

(2) Voyez première partie, § 5, et figure 6 de la planche de cette première notice.

Je ferai seulement remarquer que la masse centrale des fleurons jaunes de Dahlia est encore un corps très visible à distance, tandis que, comme je le disais plus haut, il n'en est pas ainsi pour le *Centaurea cyanus*. L'expérience sur le Bleuet a, par conséquent, un caractère plus démonstratif.

f. — *Expériences sur la* Digitalis purpurea L.

Gaston Bonnier (1) relate que « les Abeilles continuent à visiter en même nombre les Digitales sur les pieds où toutes les corolles avaient été enlevées ». Les expériences ci-dessous montrent que l'observation de Bonnier était exacte.

17 juin. Temps beau, chaud; un peu de vent.

Les *Digitalis purpurea* sont plantées en une ligne orientée à peu près de l'est à l'ouest. Dix-neuf de ces plantes portent chacune une grappe de fleurs.

Sur cinq de ces grappes, non rapprochées, mais disséminées çà et là, on abat les corolles à coups de ciseaux, coupant en même temps styles et étamines, et ne laissant en place, pour chaque fleur, qu'un reste de la base de 1 centimètre environ de longueur (fig. 7, *b*).

Les Insectes qui visitaient les Digitales étaient, avant la mutilation, des *Bombus terrestris*, relativement rares, et un bel Apiaire de la saison, l'*Anthidium manicatum* L. en nombreux exemplaires.

---

(1) Bonnier, *Les Nectaires ; étude critique, anatomique et physiologique* (Annales des sciences naturelles, Botanique, 49e année, VIe série, t. VIII, nos 1 et 2, p. 61, 1879).

En deux heures d'observation (de 2 à 4 heures), j'ai noté :

Insectes tournant autour des grappes mutilées.	*Anthidium,*	11	indiv.
	Bombus,	5	—
Insectes suçant réellement les fleurs mutilées, en n'y introduisant naturellement que la tête.	*Anthidium,*	12	indiv.
	Bombus,	1	—

Dans ces treize derniers cas, les faits se sont représentés comme il suit :

5	*Anthidium*	ne sucent chacun qu'une fleur mutilée, puis partent;			
1	—	suce successiv^{t}	3	fleurs mutilées	d'une même grappe;
1	—	—	2	—	—
1	—	—	3	—	—
1	—	—	3	—	—
1	—	—	3 fleurs mutilées d'une grappe et 2 mutilées d'une autre;		
1	—	—	9 fleurs mutilées d'une grappe et 1 mutilée d'une autre;		
1	—	—	6	fleurs mutilées	d'une même grappe;
1	*Bombus terrestris*	—	4	—	—

25 juin. Temps couvert; du vent; fort peu d'Insectes.

On coupe les fleurs de trois grappes sur cinq, strictement à 1 centimètre du pédoncule.

En deux heures d'observation (de 2 à 4 heures), les Digitales ne sont visitées que par six *Bombus terrestris*. Quatre de ceux-ci se bornent à tourner autour des fleurs mutilées, après ou avant de visiter les grappes intactes. Deux autres individus, dont les arrivées ont été séparées par près d'une heure et demie d'intervalle, sucent des fleurs ayant subi la mutilation; le premier en visite 5, le deuxième 6.

J'ajouterai, pour éviter une objection possible, que c'étaient bien des individus différents, car j'avais capturé et tué le premier.

26 juin. Temps beau, calme.

Mêmes grappes que la veille. En moins d'une heure d'observations interrompues par des allées et venues, je note les visites de quatre *Bombus terrestris*.

Le premier ne visite que les fleurs de grappes intactes;

Le deuxième tourne un instant autour des fleurs mutilées;

Le troisième, après visite à quelques fleurs intactes, suce successivement six fleurs mutilées;

Le dernier, après avoir également visité des fleurs entières, suce successivement neuf fleurs mutilées.

Le lecteur voudra bien remarquer qu'il ne s'agissait jamais de grappes portant un mélange de fleurs intactes et de fleurs mutilées, mais que toujours toutes les fleurs d'une même grappe avaient été coupées.

Les allures des Insectes visitant les fleurs coupées sont curieuses à observer : on sait que dans la fleur normale de Digitale (fig. 7, *a*), la lèvre inférieure de la corolle accrochée d'abord par les pattes antérieures de l'Hyménoptère, sert en quelque sorte de marchepied pour entrer dans l'intérieur du tube; tout le monde a vu aussi qu'un Bourdon passe en général d'une fleur à une autre voisine. Or, dans le cas où une grande partie de la corolle a été enlevée, le marchepied ordinaire n'existant plus, l'Insecte, dominé par l'habitude, fait des gestes grotesques des pattes antérieures qui s'agitent dans le vide, gestes qui recommencent pour chaque nouvelle corolle raccourcie à laquelle il se rend.

Ainsi, les Hyménoptères visitent encore, et d'une façon effective, les fleurs de Digitales n'ayant plus ni leur couleur attractive, ni des dimensions les rendant très visibles, ni la forme que ces animaux ont coutume d'utiliser pour parvenir aisément au nectar.

g. — *Expérience à résultat négatif sur l'*ANTIRRHINUM MAJUS L.

27 juin. Temps beau et calme.

Des Mufliers, *Antirrhinum majus*, sont visités par des *Bombus terrestris*. A huit grappes, sur vingt-cinq que porte le groupe de plantes, je coupe toutes les corolles à 1 centimètre de leur pédoncule (fig. 8).

De cinq Bourdons observés, trois se bornent à tourner autour des grappes à fleurs coupées, deux autres explorent ces grappes au vol en décrivant des zigzags dans le sens vertical, puis partent vers des fleurs entières.

Il est évident que si je n'avais expérimenté que sur des Mufliers, je serais resté persuadé du rôle attractif de la corolle; heureusement que les autres expériences décrites plus haut ont donné des résultats montrant qu'au contraire ce rôle attractif n'a qu'une valeur fort discutable.

Mais alors, pourquoi cette différence entre la façon de se comporter des Insectes envers les fleurs mutilées d'*Antirrhinum*, d'une part, et de *Digitalis*, d'autre part?

L'explication est, je crois, très simple : les fleurs coupées de Digitales ont leurs orifices plus ou moins dirigés vers le bas, tandis que celles de Mufliers traitées de la même manière ont, au contraire, leurs ouvertures franchement tournées vers le haut. Les Hyménoptères et surtout les Bourdons, qui attaquent toujours ces deux espèces de fleurs (à l'état normal) par un vol *de bas en haut*, parviennent encore, malgré l'absence de l'appui constitué par la lèvre inférieure, à introduire leur tête dans les restes de fleurs de Digitales, vu la position de ceux-ci ; mais il n'en est pas de même pour les Mufliers ; ainsi que je l'ai indiqué sur la figure par une flèche courbe, l'Insecte serait obligé d'effectuer en l'air une véritable culbute.

Le fait s'expliquerait donc par la nécessité d'exécuter des mouvements tout à fait exceptionnels, mouvements que l'animal renonce d'autant plus vite à tenter que d'autres fleurs voisines et intactes lui offrent toute facilité de céder à ses habitudes (1).

h. — *Récapitulation et cas observés par d'autres naturalistes.*

Si nous récapitulons ce qui résulte des observations décrites dans ce paragraphe, nous constatons que les Insectes continuaient à visiter les fleurs ou les inflorescences dont j'avais supprimé la presque totalité des organes colorés voyants, pétales, corolle entière, fleurons, etc., chez *Lobelia Erinus*, *Oenothera biennis*, *Delphinium Ajacis*, *Ipomaea purpurea*, *Centaurea Cyanus*, *Dahlia variabilis* (1) et *Digitalis purpurea*.

---

(1) Darwin (*op. cit.*, p. 420) cite une expérience de J. Anderson (*Gardner's Chronicle*, p. 534, 1853), qui dit que lorsqu'il enleva les corolles de Calcéolaires, les Abeilles ne visitèrent plus ces fleurs. Les *Calceolaria* sont des Scrophularinées si voisines des *Antirrhinum* que l'expérience mériterait d'être reprise afin de voir si son résultat négatif ne s'explique pas de la même manière.

Ainsi que je le disais au début, d'autres cas semblables ou analogues ont déjà été signalés; en voici l'énumération rapide : Darwin (2) a vu des Bourdons visiter encore les fleurs de *Geranium phoeum* dont tous les pétales étaient tombés; H. Müller (3) a observé le fait d'Abeilles suçant des fleurs de *Veronica spicata* dont la corolle s'était détachée; G. Bonnier (4) a constaté pour les Abeilles et les Bourdons les mêmes visites que Darwin vis-à-vis du *Geranium phoeum* dépourvu de pétales; il a vu aussi les Abeilles butiner sur des fleurs de *Butomus umbellatus* n'ayant plus de périanthe, sur celles de *Galeobdolon luteum* dont la corolle s'était détachée, et les Bourdons visiter les fleurs de *Tropeolum* où l'éperon était seul conservé. Enfin, d'après une note de bas de page publiée par le même auteur, Van Tieghem aurait été témoin de faits identiques pour la Capucine n'ayant gardé que l'éperon et pour le *Nicotiana tabacum* dont il avait supprimé la partie de la corolle supérieure aux étamines.

Darwin, à propos du cas du *Geranium phoeum*, suggère l'hypothèse que les Hyménoptères peuvent avoir appris que ces fleurs sans pétales sont bonnes à visiter, et cela parce qu'ils ont trouvé du nectar dans celles qui n'avaient encore perdu qu'un pétale ou deux. Cette théorie, après mes expériences, est insoutenable; où et comment, je le demande, les Insectes qui butinaient sur des fleurs dont je venais de couper les organes voyants, auraient-ils acquis cette expérience?

---

(1) Voyez la première partie.

(2) Darwin, *op. cit.*, p. 420.

(3) H. Müller, édition allemande, p. 288. Ce détail ne figure plus dans l'édition anglaise, la seule que j'aie consultée.

(4) Bonnier, *Les Nectaires*, etc. (op. cit., pp. 60 et 61).

Je préfère de beaucoup l'interprétation d'Errera et Gevaert, qui s'expriment ainsi : « Il nous paraît fort pro-
» bable que c'est, dans tous les cas de ce genre, l'odeur
» du nectar qui guide les Abeilles. Nous avons vu que
» leur odorat est très fin; en visitant les fleurs épanouies,
» elles sont tout près de celles qui n'ont plus de corolle
» et peuvent aisément percevoir le moindre parfum du
» nectar qui s'en exhalerait (1). »

L'interprétation de ces auteurs demande cependant quelques correctifs pour s'appliquer entièrement aux faits : 1° il ne s'agit pas des Abeilles seules, mais de tous les Insectes fréquentant les fleurs; 2° il n'est pas du tout indispensable qu'il y ait d'autres fleurs voisines intactes, plusieurs de mes expériences (voyez plus haut, *b* et *c*) prouvant qu'on peut, sans supprimer les visites, couper les pétales ou les corolles de la totalité des fleurs d'une plante absolument isolée.

§ 3. — FLEURS MASQUÉES PAR DES FEUILLES.

On sait que j'ai observé la continuation des visites d'Hyménoptères et de Lépidoptères aux capitules de Dahlias simples complètement masqués (centre et pourtour) par des folioles de Vigne vierge (1) et que j'avais adopté ce procédé parce qu'en cachant les parties colorées des fleurs par des organes végétaux vivants verts et par conséquent du seul et véritable vert chlorophyllien, j'évitais absolument les objections très fondées que soulève l'emploi de papiers verts ou d'étoffes vertes teintes de couleurs artificielles pouvant produire sur l'œil des Insectes une impression entièrement différente de celle qu'elles déterminent dans nos organes visuels.

---

(1) ERRERA et GEVAERT, *Sur la structure*, etc. (OP. CIT., p. 141).

J'ai voulu reprendre ce genre d'essais en employant des inflorescences d'Ombellifères.

*Expériences sur l'*HERACLEUM FISCHERII.

L'*Heracleum* étiqueté *Fischerii* au Jardin botanique de Gand, nom spécifique que je lui conserve ici faute de mieux, est une de ces grandes Ombellifères décoratives portant des ombelles de plus de 30 centimètres de diamètre, exhalant un parfum assez intense rappelant celui de notre Reine des prés (*Spiraea Ulmaria*).

Le pied unique croissant dans mon jardin provient de graines récoltées, il y a plusieurs années, au Jardin botanique, situé à plusieurs kilomètres de mon habitation. Aucun autre pied n'existe dans le voisinage et, dans la région, la floraison a eu lieu bien avant celle de l'espèce indigène (*H. Sphondylium*). Ceci dit pour réfuter d'avance toute explication dans laquelle on ferait jouer un rôle à des habitudes prises par les Insectes.

---

(1) Première partie, §§ 5, 6, 7 et fig. 7.

5 juin, entre 3 et 4 heures de l'après-midi. Temps demi-couvert, du vent.

Peu d'Insectes en général, toutes conditions défavorables et qui, cependant, n'empêchent pas une première expérience de réussir nettement.

Une seule grande ombelle en fleur attirant quelques Abeilles; les petites ombelles accessoires sont en boutons encore fermés, verts et non visités.

On couvre l'ombelle d'une grande et de plusieurs petites feuilles de Rhubarbe (1) d'un vert analogue à celui des feuilles de l'*Heracleum* (fig. 9).

En trente minutes d'observation, j'ai constaté :

Apis mellifica (var. *Ligustica*)	3 visites.
Petit Hyménoptère indéterminé	2 —
Calliphora vomitaria	1 —
Phyllopertha horticola	1 —

Les allures des Abeilles sont curieuses : attirées par l'odorat, elles se posent d'abord sur les feuilles de Rhubarbe servant de couverture et s'y promènent en les explorant dans divers sens, puis elles volent autour et arrivent parfois à atteindre l'inflorescence par-dessous.

Le *Phyllopertha*, Coléoptère mangeur de pollen, finit aussi par passer sous les feuilles de Rhubarbe, à la face inférieure desquelles je l'ai retrouvé.

11 juin. Temps calme, assez beau.

Cinq ombelles accessoires s'étant épanouies autour de l'ombelle principale centrale, je réunis le tout en faisceau, à l'aide de quelques ficelles, et j'assujettis dessus plusieurs feuilles de Rhubarbe comme dans le cas précédent. L'ensemble offre encore une fois l'aspect représenté figure 9.

---

(1) *Rheum Tataricum* L.

L'observation, plusieurs fois interrompue pendant une ou deux minutes, a duré une heure et demie. Dans ce laps de temps, les visites ont été nombreuses :

Odynerus quadratus,	25 individus posés.
—	6 volant autour de la couverture de feuilles.
Calliphora vomitoria,	3 individus posés.
Musca domestica,	1 —
Prosopis communis,	10 individus posés au moins.
TOTAL APPROXIMATIF.	45 visites au minimum.

Les Odynères ont fréquemment agi d'une manière rappelant la façon de procéder des Abeilles de la première expérience; se posant d'abord sur les feuilles de Rhubarbe, ils finissaient par passer en dessous, soit en profitant d'une petite déchirure, soit en contournant le bord.

Ainsi les Ombellifères cachées par des feuilles fournissent un résultat absolument semblable à celui donné par les Composées masquées d'une façon analogue. Les Insectes continuent à s'y rendre, guidés par un sens évidemment autre que la vue et qui ne saurait être que l'odorat (1).

---

(1) H. **Müller** (édit. anglaise, p. 287) a reconnu lui-même que l'odeur des Ombellifères a probablement une influence sur le nombre et la nature des visites.

⁂

Il est, je pense, inutile de formuler, dès à présent, des conclusions détaillées; celles-ci figureront à la fin de la dernière notice que je publierai sur le même sujet. Retenons seulement que les expériences de cette deuxième partie, entreprises pour contrôler, en se plaçant dans d'autres conditions, les résultats donnés par les Dahlias masqués par des feuilles, ont, d'une façon générale, confirmé ces derniers et prouvé que le rôle attractif des organes colorés de la fleur, s'il existe, est peu important.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. — Disposition des expériences sur le *Lobelia Erinus* (réduite au dixième) :

- *a*. Pot de Lobélias couvert de fleurs intactes.
- *b*. Pot où les pétales ont été coupés.

Fig. 2. — *Lobelia Erinus* (gross. 2) :

- *a*. Fleur intacte.
- *b*. Fleur dont les pétales sont coupés.

Fig. 3. — *Oenothera biennis* (g. n.) :

- *a*. Fleur intacte.
- *b*. Fleur privée de pétales.

Fig. 4. — *Ipomœa purpurea* (g. n.) :

- *a*. Fleur intacte; 1, 2, 3, 4, 5, prétendues stries directrices; α, β, ligne suivant laquelle la corolle sera coupée.
- *b*. Fleur à corolle coupée.

Fig. 5. — *Delphinium Ajacis* (g. n.) :

- *a*. Fleur intacte.
- *b*. Fleur dont les organes voyants, sauf l'éperon, ont été supprimés.

Fig. 6. — *Centaurea Cyanus* (g. n.) :

a. Capitule intact.
b. Capitule privé des fleurons colorés périphériques.

Fig. 7. — *Digitalis purpurea* (g. n.) :

a. Fleur intacte.
b. Fleur où la corolle a été coupée.

Fig. 8. — Fleur coupée d'*Antirrhinum* (g. n.).

La flèche courbe indique la culbute qu'un *Bombus* devrait effectuer pour introduire la tête dans ce qui reste de la fleur.

Fig. 9. — Ombelle d'*Heracleum* masquée par des feuilles de Rhubarbe (réduite au dixième).

Impression photographique produite par les courants gazeux renfermant des particules solides en suspension ; par P. De Heen, membre de l'Académie.

On sait que les courants de vapeur renfermant des gouttelettes d'eau en suspension développent de l'électricité lorsqu'ils rencontrent un obstacle, et qu'il en est de même de l'air qui renferme des particules solides.

Il nous a dès lors paru intéressant de rechercher si un pareil courant ne déterminerait pas une impression photographique en venant frapper une plaque sensible, de manière à vérifier cette proposition fondamentale que nous avons formulée antérieurement, que « *l'électricité, indépendamment de tout phénomène lumineux, détermine une impression photographique* ».

L'appareil se compose d'une soufflerie ordinaire de laboratoire; l'air passe d'abord dans un tube desséchant renfermant du chlorure de calcium, puis traverse du coton de manière à être parfaitement filtré; il passe ensuite dans un flacon à deux tubulures renfermant de la poudre de lycopode. L'excès de la poudre ainsi entraînée se

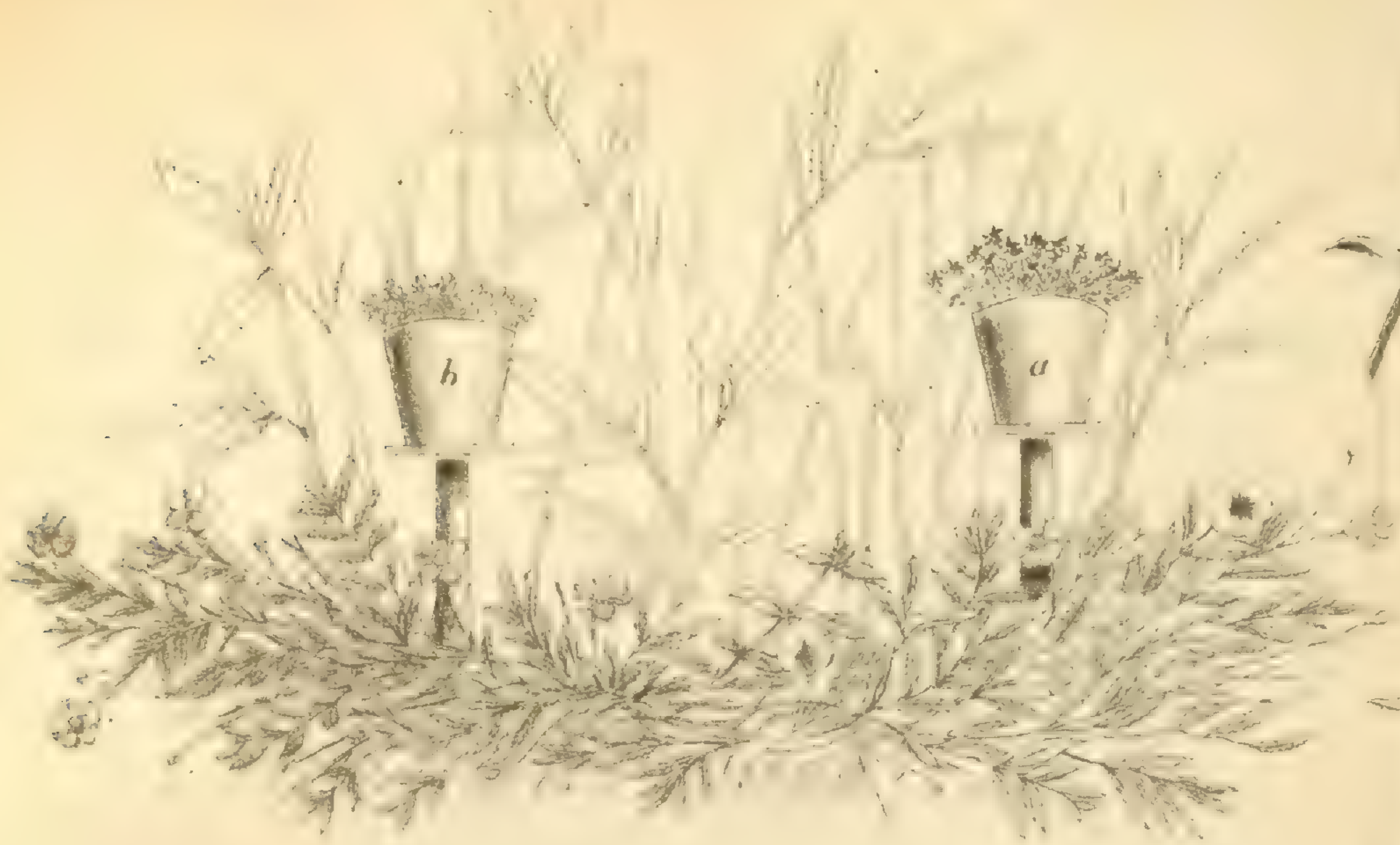


fig. 1 ($\frac{1}{10}$)

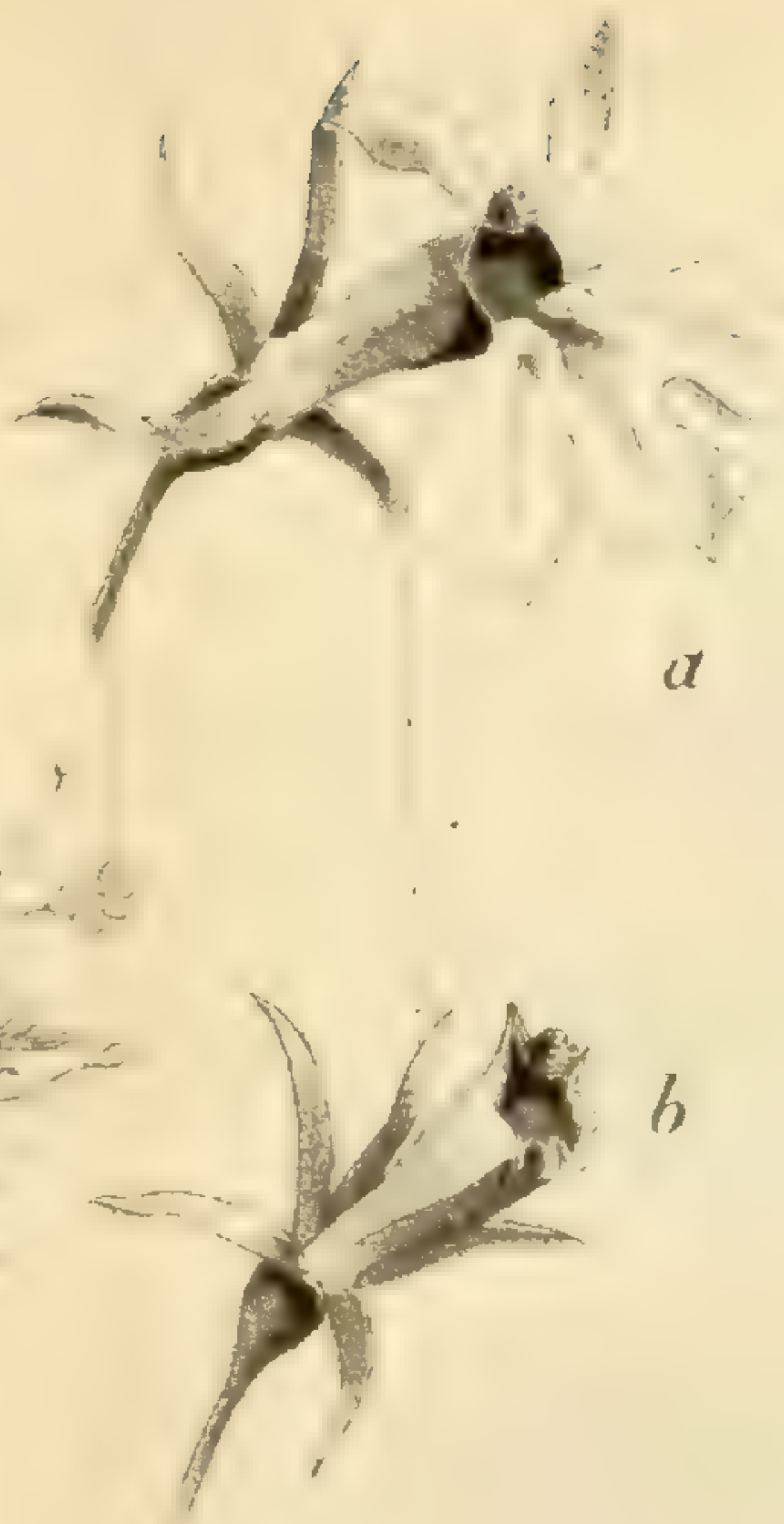


fig. 2 (×2)

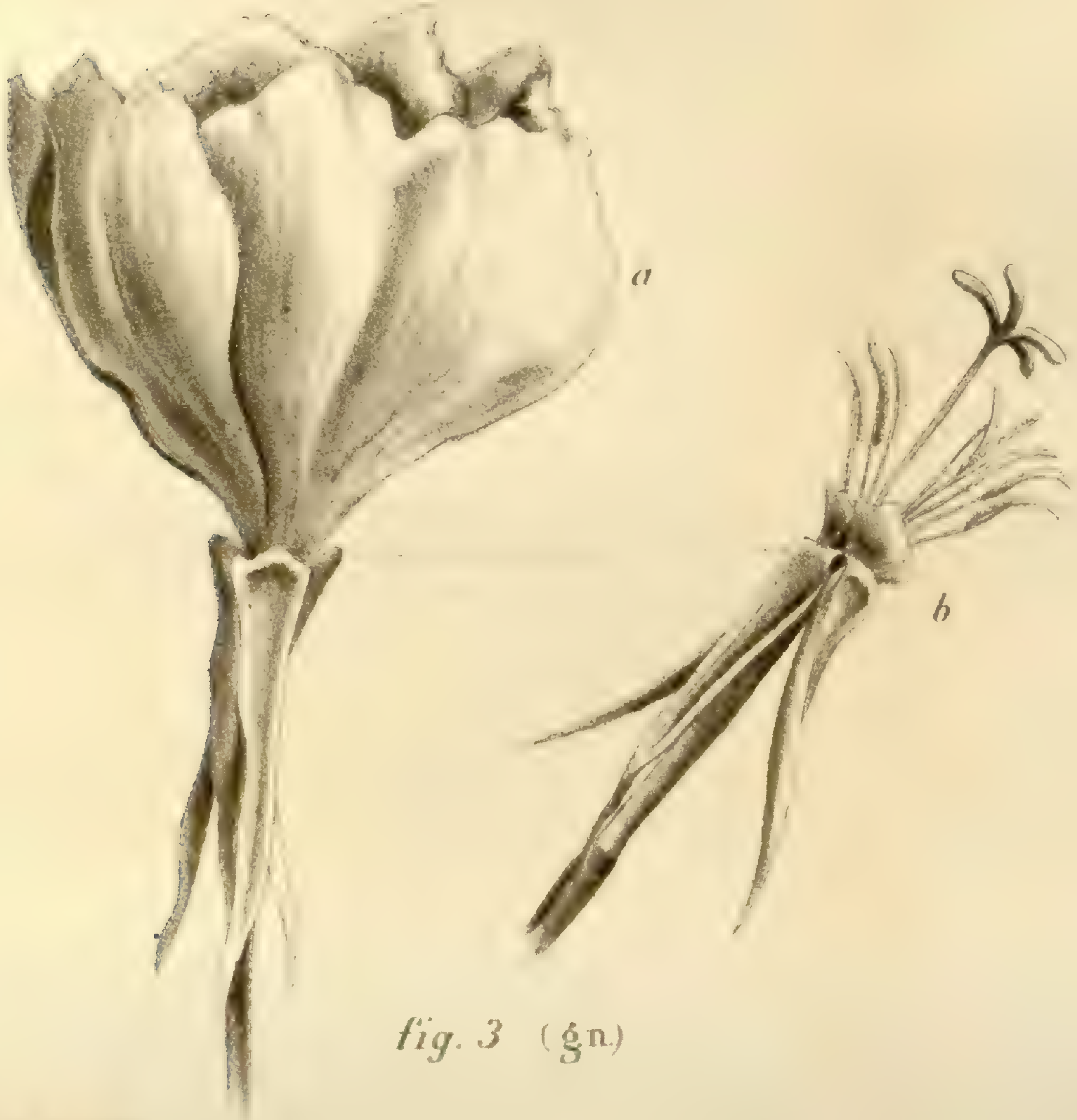


fig. 3 (ĝn.)

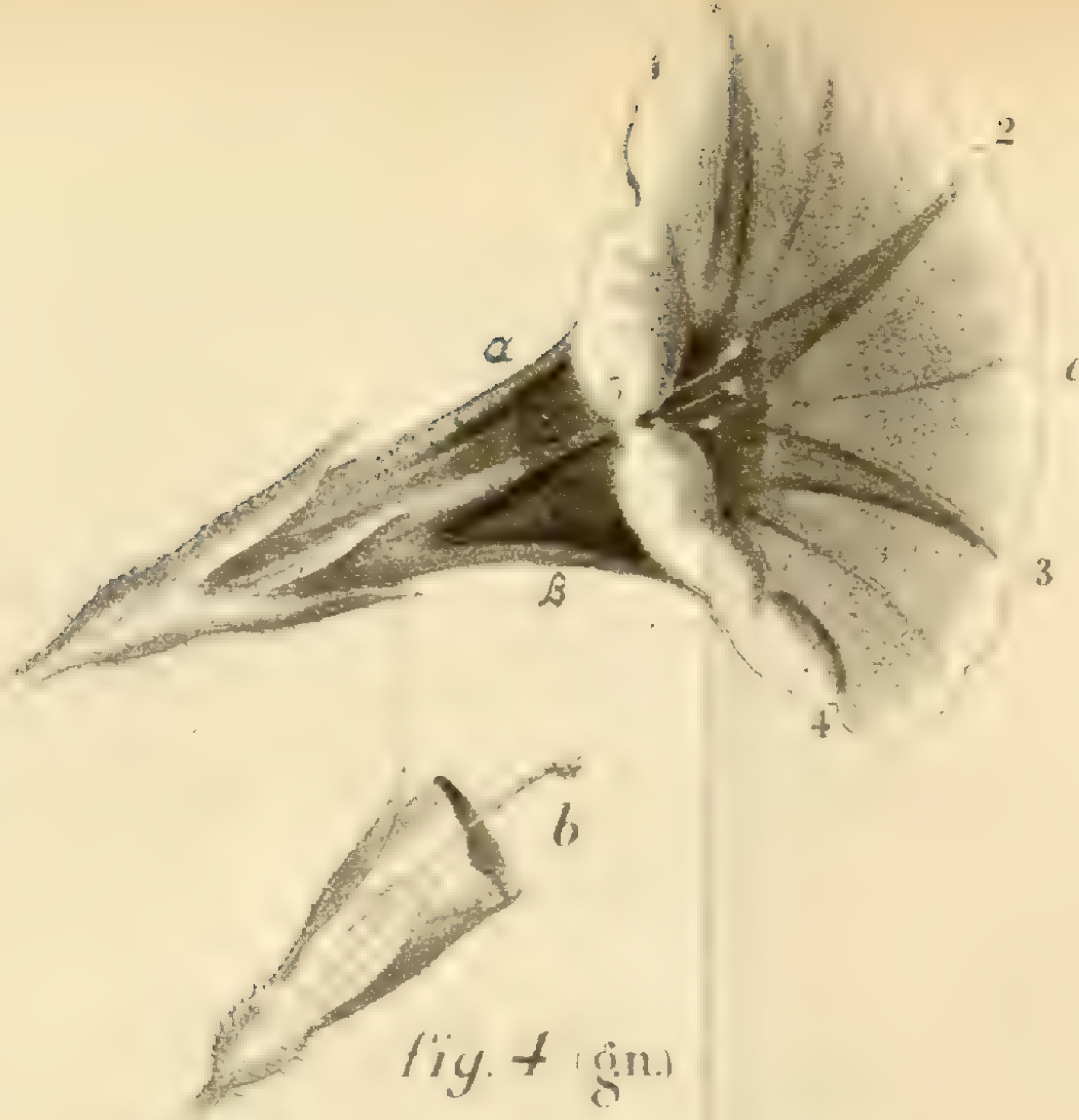


fig. 4 (ĝn.)

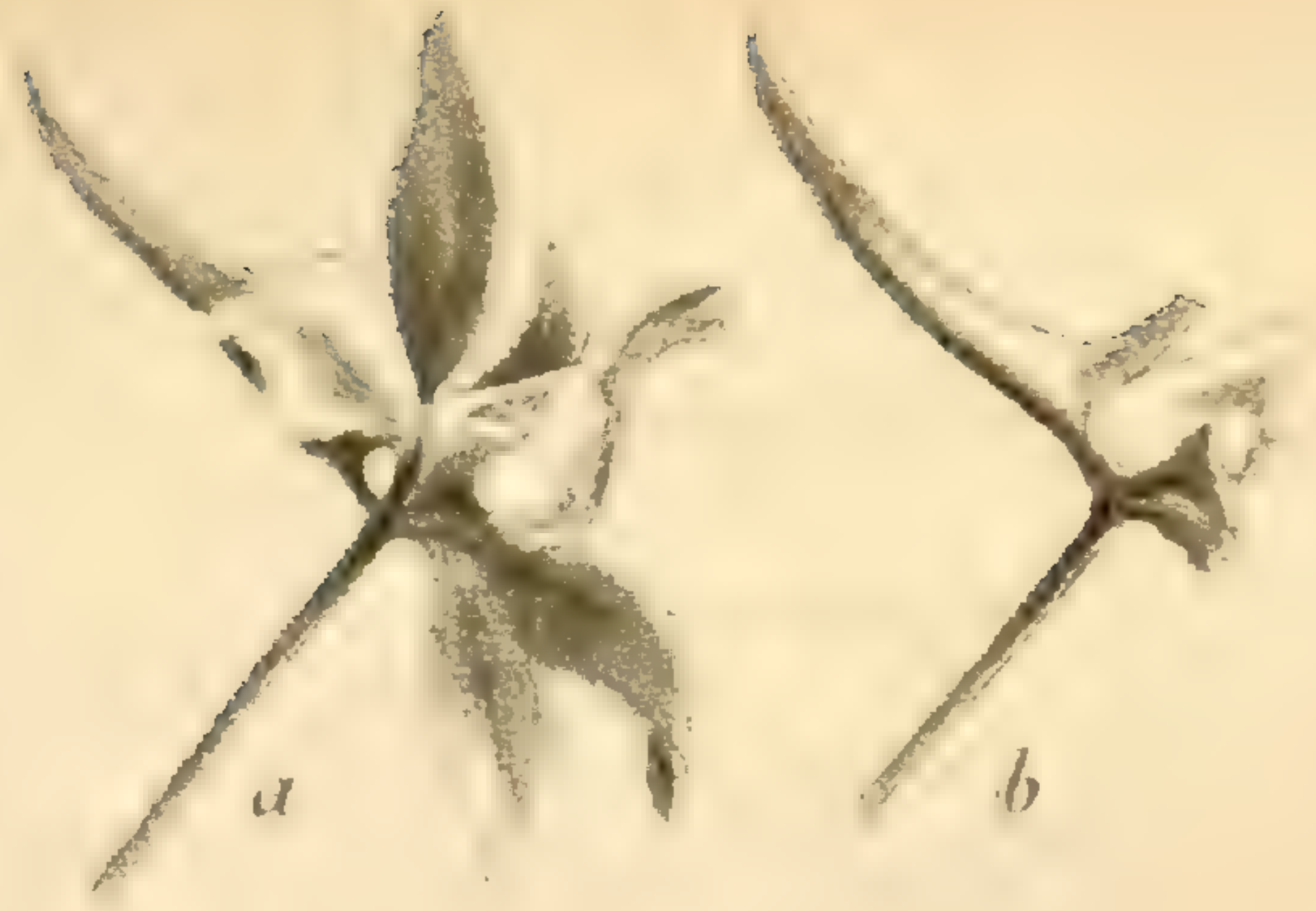


fig. 5 (ĝn.)

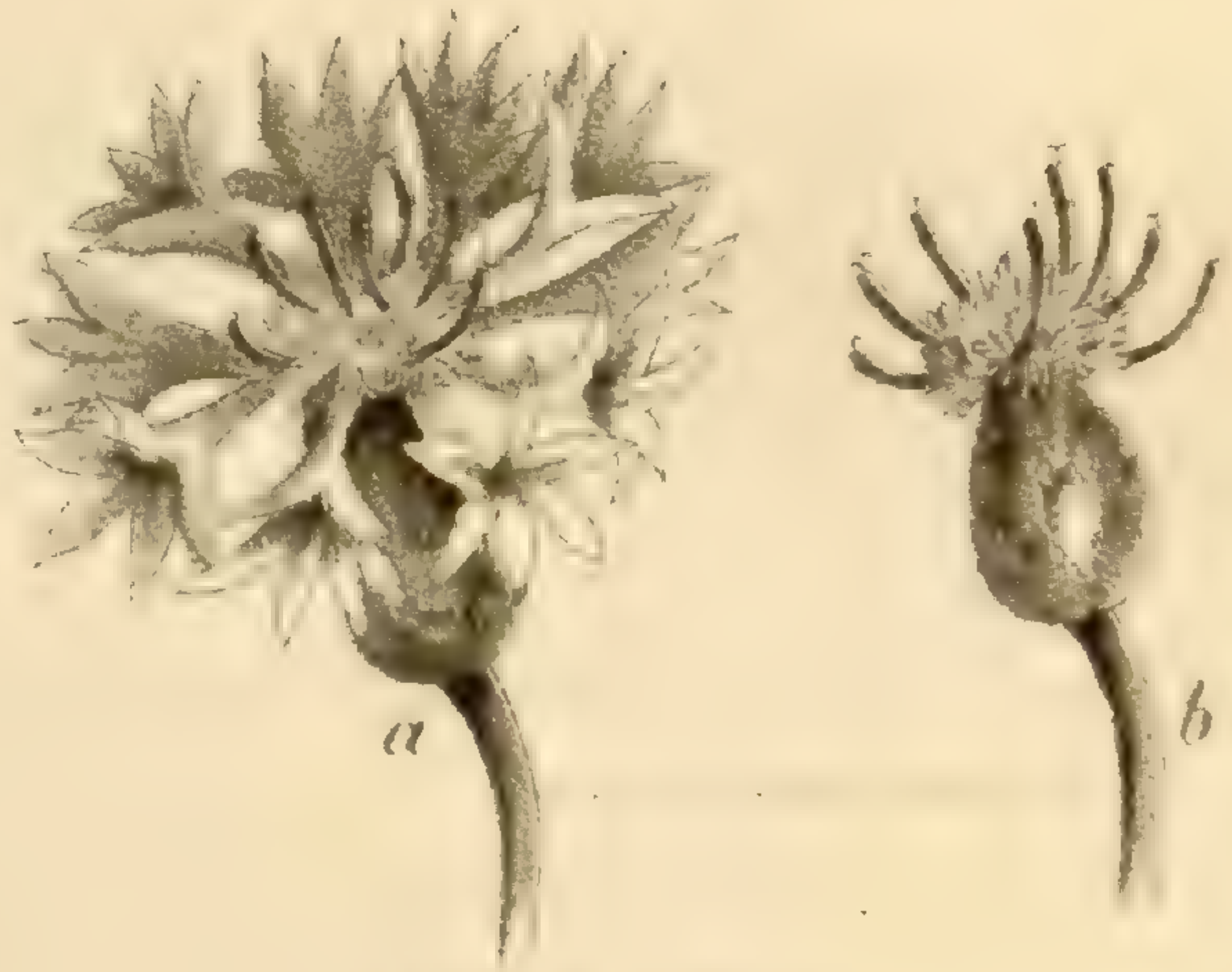


fig. 6 (ĝn.)

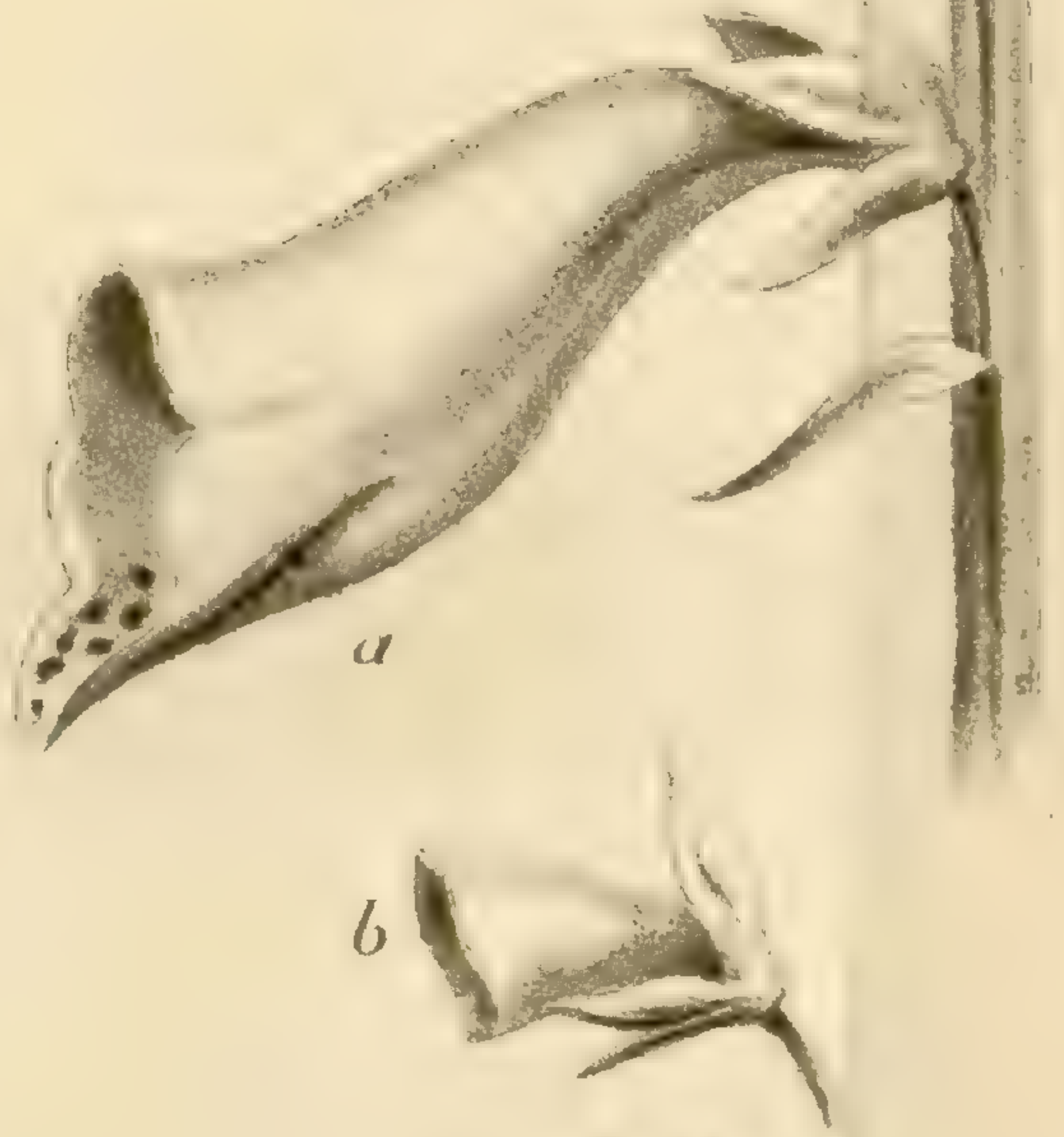


fig. 7 (ĝn.)

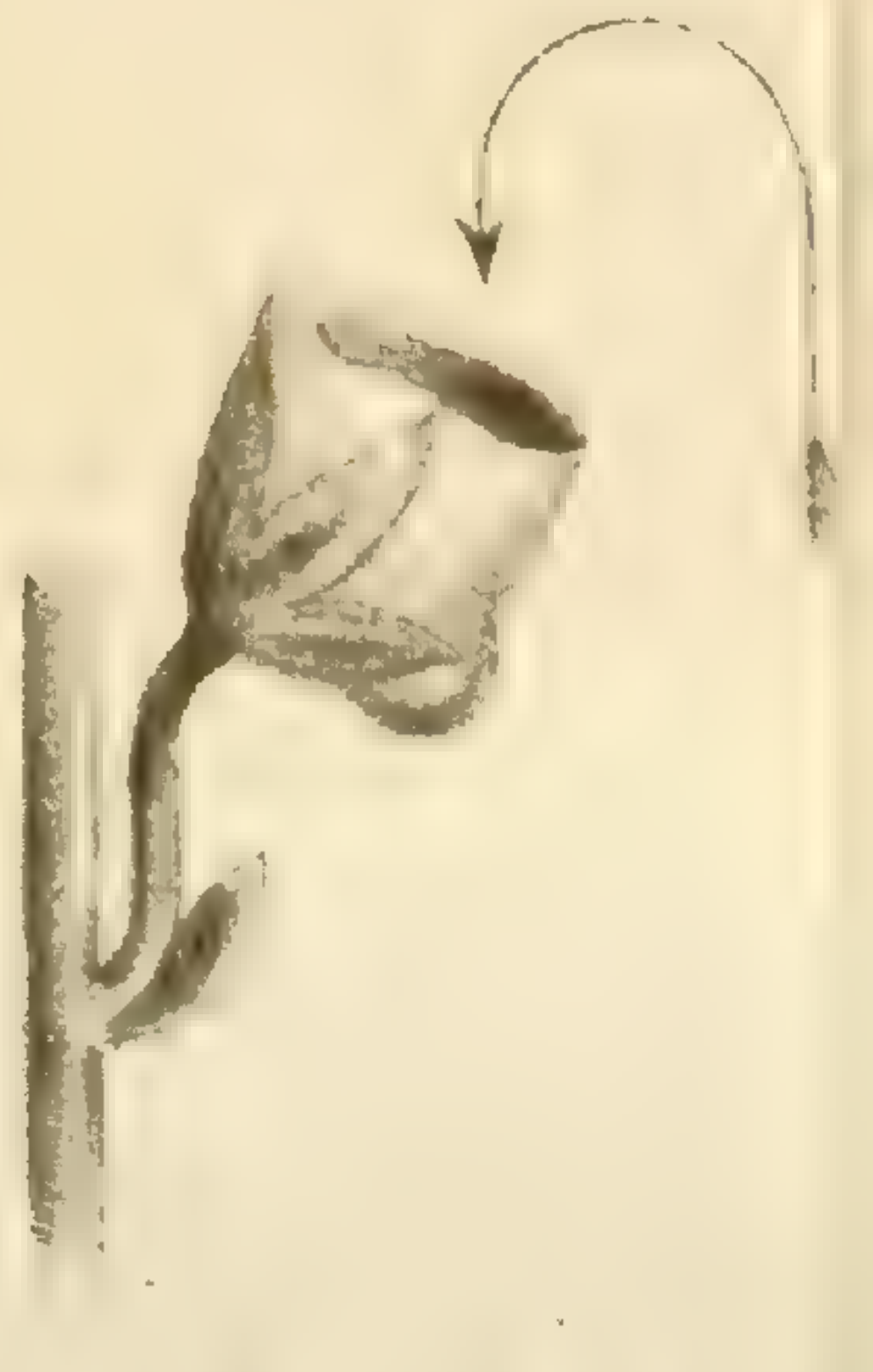


fig. 8 (ĝ.n.)

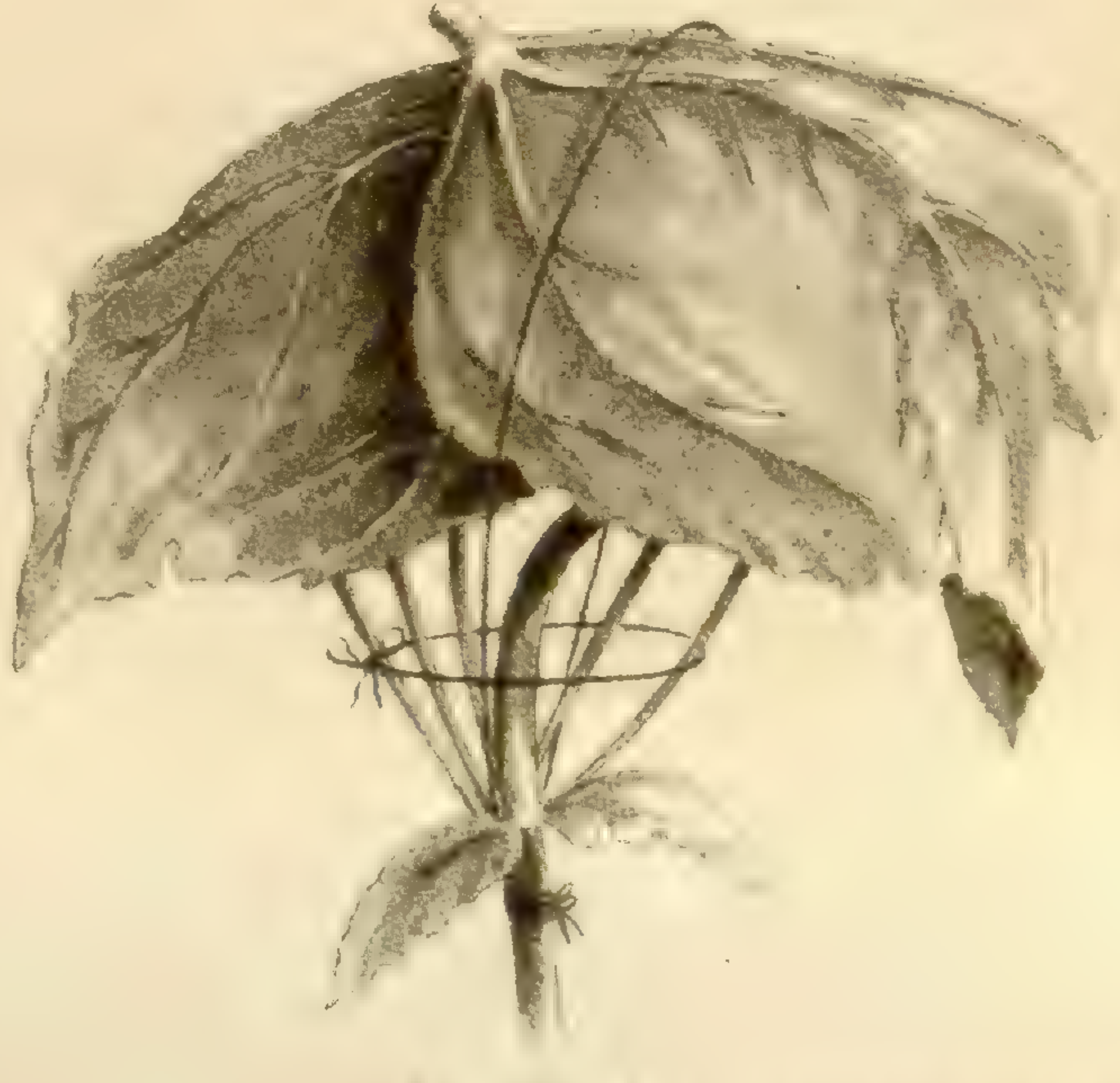


fig. 9 ($\frac{1}{10}$)

dépose ensuite dans un long tube en laiton, assez large. Enfin, un tube en caoutchouc amène l'air chargé de poussière sur une plaque photographique, laquelle est enfermée dans une boîte munie d'un tube d'évacuation pour l'air. Le courant tombe normalement sur cette plaque.

On remarque dans ces conditions que si l'on fait usage d'une plaque non voilée on obtient une impression très faible mais très distincte après une heure et demie de pose. Si, au contraire, on fait usage d'une plaque voilée, l'impression produite est incomparablement plus forte. La planche nous montre cette impression qui est parfaitement mise en lumière en comparant la partie de la plaque qui a été exposée au courant à la partie de la plaque qui ne l'a pas été. Mais la particularité la plus remarquable réside dans les ramifications qui se sont produites, car, chose surprenante, le voile que présentait la plaque avant son exposition a complètement disparu en ces points. (Voyez surtout les points *a*.) Il s'est donc produit un phénomène absolument identique à celui que nous avons signalé dans notre dernière note (1) lorsqu'il s'agissait des phénomènes infra-électriques. Les points où le voile a disparu sont ceux où la poudre de lycopode s'est déposée de préférence, car en certains points elle est même restée adhérer en rendant ceux-ci opaques. (Voir les points *b*.)

Ces ramifications paraissent être les directions suivant lesquelles l'électricité s'est propagée à la surface de la plaque. Ce qui confirme l'hypothèse émise dans notre dernière note et d'après laquelle l'infra-électricité en mouve-

---

(*) Voir *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* 3e série, t. XXXII, octobre 1896.

ment fait disparaître l'impression photographique, alors qu'étant au contraire en repos, elle active celle-ci. On voit d'après ce cliché qu'il en est de même pour l'électricité proprement dite. Car le courant d'air chargé de poudre de lycopode relève fortement les feuilles de l'électroscope à feuilles d'or. Si, au contraire, on se sert de l'air simplement filtré, toute électricité disparaît en même temps que toute impression photographique.

Conclusions. — L'électricité produite par le procédé que nous venons d'indiquer, se comporte absolument comme l'infra-électricité produite par des rayons lumineux. 1° Elle est essentiellement *continuatrice* de la réaction photographique; 2° Elle détermine des actions inverses suivant qu'elle est en mouvement ou en repos.

La valléite, nouvelle amphibole orthorhombique; par G. Cesàro, correspondant de l'Académie.

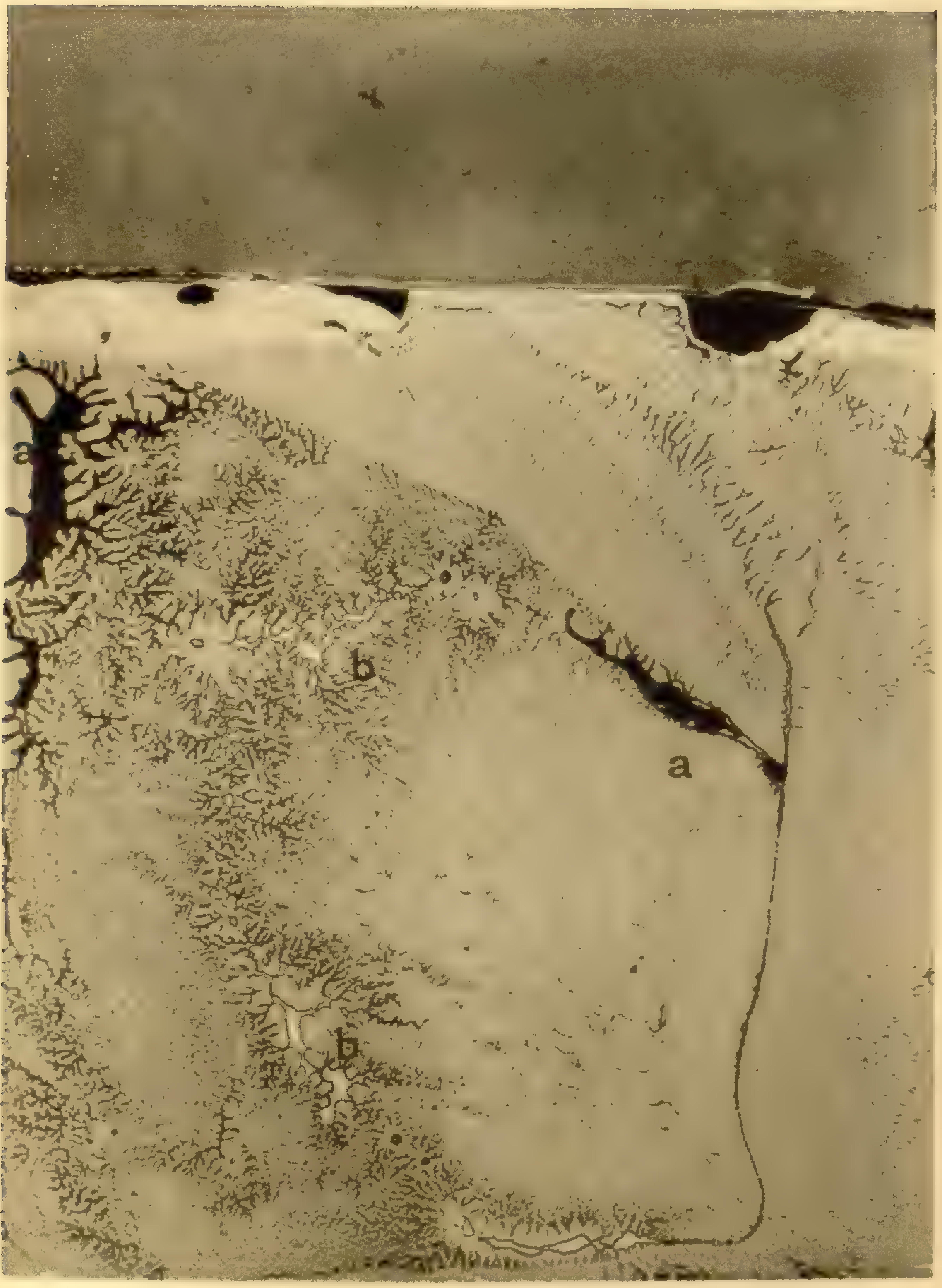
J'ai signalé, dans le *Bulletin* de l'Académie (*), un minéral provenant de Saint-Lawence Co, N. Y. (Edwards) qui accompagne la trémolite violette, minéral qui me paraissait constituer une nouvelle espèce.

Effectivement, d'après mes nouvelles recherches et d'après une analyse de notre confrère M. Renard, le minéral dont il s'agit constitue un métasilicate de magnésium presque pur, orthorhombique, voisin de l'antophyllite, et auquel j'attribue le nom de *valléite*, en hommage à notre savant confrère, M. de la Vallée-Poussin. La *valléite* ressemble beaucoup, comme aspect,

---

(*) 3e série, t. XXIX, no 4, pp. 508-510, 1895.

P. DE HEEN, Bull. de l'Acad., 3e série, T. XXXII, n° 11.



PHOTOTYPIE E. CASTELEIN, BRUX.

à l'*antophyllite*, sauf qu'elle est de couleur claire, mais s'en distingue essentiellement par le signe optique, par la valeur de l'angle des axes optiques et par la direction de la bissectrice aiguë.

Forme cristalline et dimensions du primitif.

Les petits cristaux de valléite ne peuvent ordinairement fournir aucune mesure : leur section transversale est un hexagone grossier, arrondi ; le cristal se compose de *m*, de h^1 et de faces intermédiaires mal définies ; dans un cristal, j'ai pu obtenir quelques mesures en prenant pour mire la flamme d'une bougie très rapprochée ; on a obtenu (fig. 1) :

$* \; mm' = 54° \, 30'$
$mX = 20° \, 18'$
$h^1X = 6° \, 15'$.

On voit que les angles $mh^1 = 26° \, 33'$ et $m'h^1 = 27° \, 57'$ diffèrent de plus d'un degré ; mais les faces ne sont pas en état convenable pour pouvoir établir rigoureusement le système cristallin, en se basant sur les propriétés géométriques de l'enveloppe.

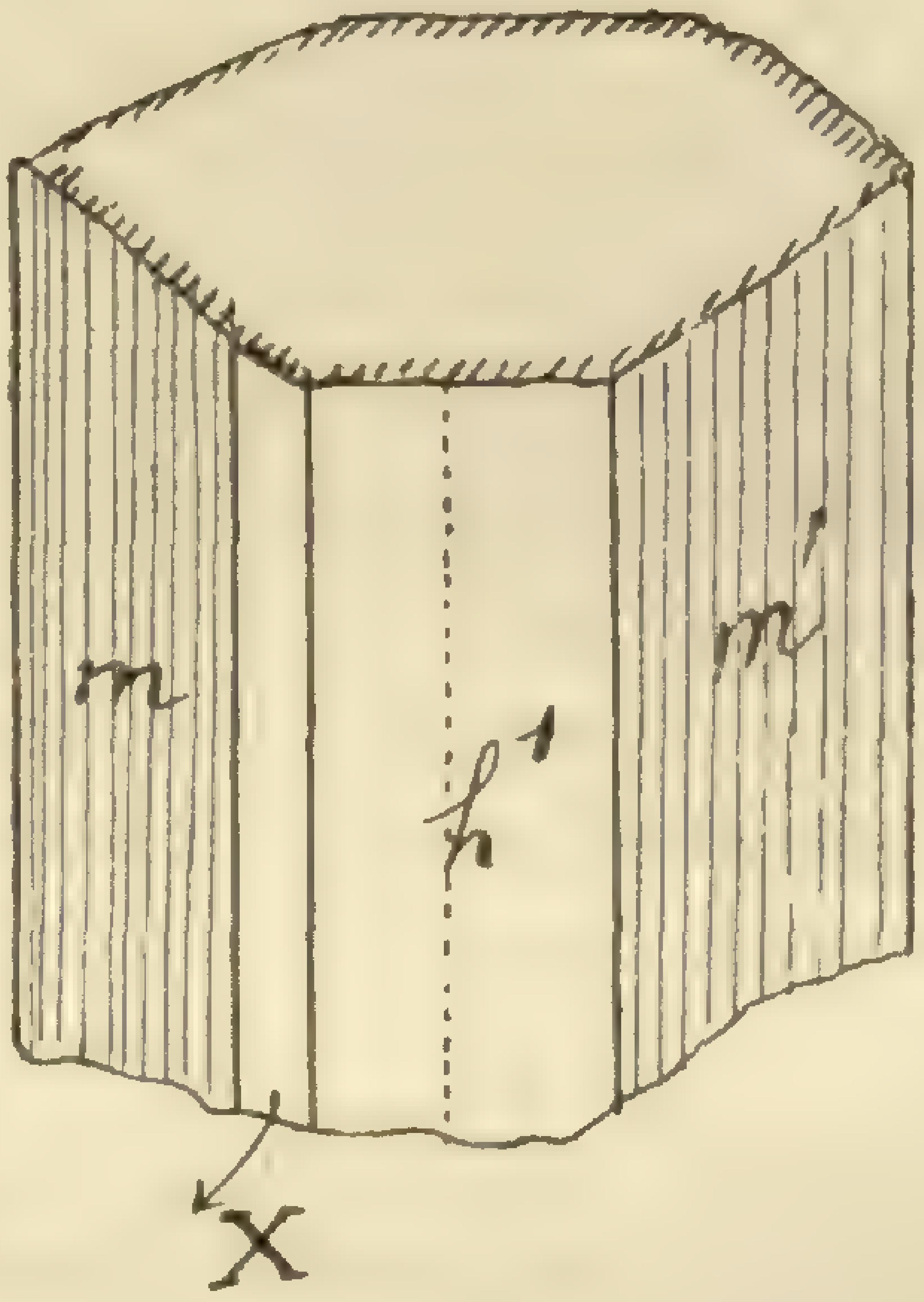


Fig. 1.

Parmi les solides de clivage très minces que l'on obtient en triturant entre les doigts des lamelles de valléite, on observe souvent la forme représentée par la figure 2, dans laquelle on remarque un plan normal à h^1 et incliné sur la verticale de 65° environ. En notant cette face $e^{1/2}$, pour rapprocher l'espèce de l'amphibole proprement dite, on a :

$$* \; e^{1/2}g^1 = 63°.$$

Les dimensions du prisme primitif, calculées en partant des incidences marquées par un astérisque, sont :

$$a : b : c = 0,513 : 1 : 0,253 \;(*).$$

Quant à la forme X, elle correspond assez bien à

$$h^{11/7} = 920,$$

avec

$$h^{11/7} h^1 = 6° \, 32'.$$

Clivages.

a) Un clivage très facile, à éclat nacré sur les plans qu'il produit, existe parallèlement à h^1; c'est ordinairement suivant cette face que les cristaux sont aplatis; avec la pointe de la lame d'un canif, on arrive facilement à produire de belles lamelles de clivage, transparentes, toujours striées verticalement.

b) Si l'on place sur le doigt une de ces lamelles et qu'on la presse avec le dos de la lame d'un canif, on obtient facilement un second clivage, g^1, normal au premier (**).

c) Les lames de clivage h^1 portent presque toujours sur leurs bords verticaux de petites facettes, indiquant

---

(*) Dans l'amphibole proprement dite, on a :

$$a : b : c : = 0,531 : 1 : 0,294 \; (\textit{Dana, p.}\ 386).$$

(**) L'angle h^1g^1 a été trouvé de 90°, à quelques minutes près.

très probablement un clivage *m*. L'ensemble de ces clivages verticaux permet de diviser la valléite en aiguilles *qui s'éteignent suivant l'allongement, quelle que soit la face par laquelle elles s'appuient sur le porte-objet, ce qui indique que la verticale est un axe d'élasticité optique.*

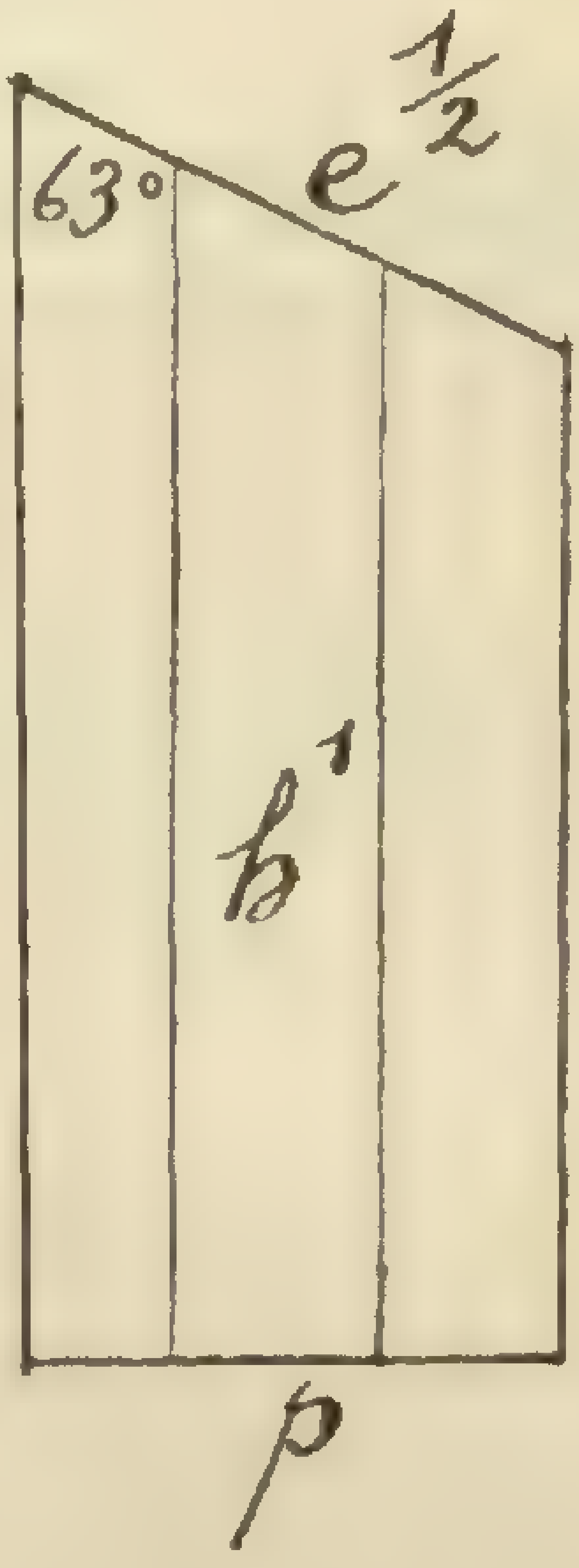


FIG. 2.

d) D'autres clivages, plus ou moins réguliers, peuvent être obtenus en appliquant sur une lamelle h^1, transversalement aux stries verticales, le dos de la lame d'un canif (*). Le plus régulier parmi ces clivages est celui auquel nous avons attribué ci-dessus la notation $e^{1/2}$ (fig. 2). On obtient aussi assez souvent la face p. D'autres clivages, moins réguliers, font respectivement, avec la verticale, des angles de 75° et 53°; ils correspondent assez bien à e^1 et $e^{1/3}$, avec

$$e^1 g^1 = 75^\circ\ 42'$$
$$e^{1/3} g^1 = 52^\circ\ 37'.$$

Étude microscopique et propriétés optiques.

Une lame de clivage h^1 se montre, au microscope, lorsque sa surface est assez grande, terminée latéralement par des facettes *m*; elle est traversée par des plans

---

(*) Pendant cette opération, la lame se dédouble très souvent parallèlement à h^1; c'est ainsi qu'on obtient les meilleures lamelles pour l'étude des propriétés optiques.

de division grossièrement dessinés, obliques sur la verticale et paraissant, en général, normaux au plan de la lame; les fentes produites par ces plans ne s'éteignent pas avec la lame et sont remplies probablement par une substance autre que la valléite. En général, les lames h^1 ne paraissent pas symétriques par rapport à la verticale; leur aspect général est celui d'une lamelle g^1 clinorhombique; rarement les plans de division se répètent symétriquement par rapport à la verticale comme dans les lames représentées par les figures 3 et 4; ordinairement il n'en existe qu'un seul système, comme le montrent les figures 5 et 6.

Ces lames s'éteignent suivant la *verticale*, direction qui est *positive* (*). Elles montrent en lumière convergente *une bissectrice aiguë, à axes rapprochés, bissectrice qui est perpendiculaire au plan de la lame et qui est négative. La figure d'interférence, parfaitement centrée, est absolument symétrique, en lumière blanche, par rapport aux traces de* p *et de* g^1. Le plan des axes optiques est dirigé suivant g^1.

On a mesuré l'angle apparent des axes optiques autour de la normale à h^1 en le comparant, à l'aide du microscope Bertrand, à celui d'un mica pour lequel la mesure directe, faite à l'appareil Des Cloizeaux, avait donné 68°. On a obtenu

$$2E = 90° 28' \text{ (**)}.$$

(*) Suivant la verticale est donc dirigée l'élasticité *minima* c^2 et non la maxima, comme je l'ai écrit par mégarde, *loc. cit.*

(**) En supposant que l'indice moyen de la valléite soit 1,64 (indice des substances analogues), on obtient $2 V = 51° 18'$.

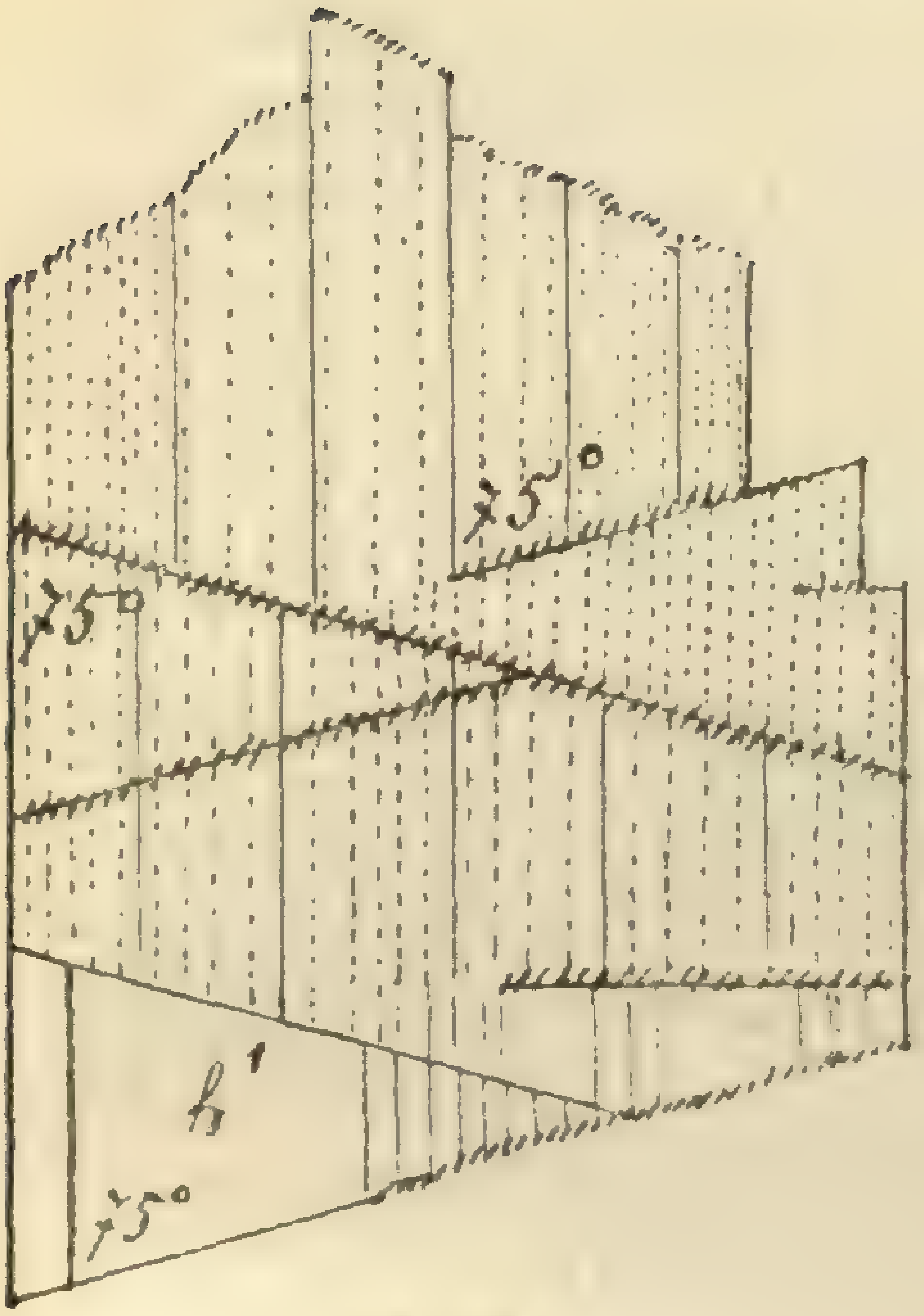


FIG. 3.

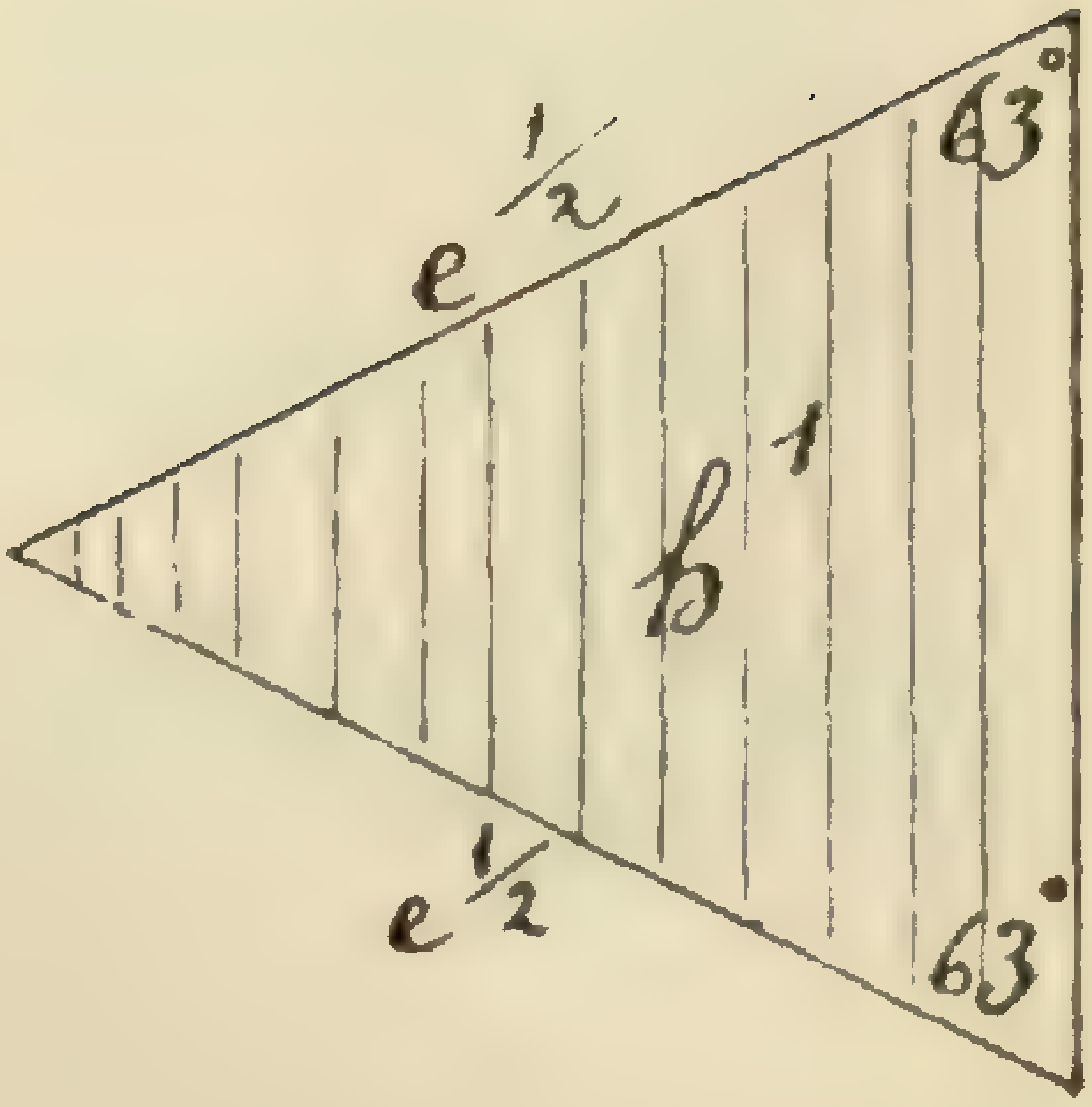

e 1/2
63°
h 1
e 1/2
63°

FIG. 4.

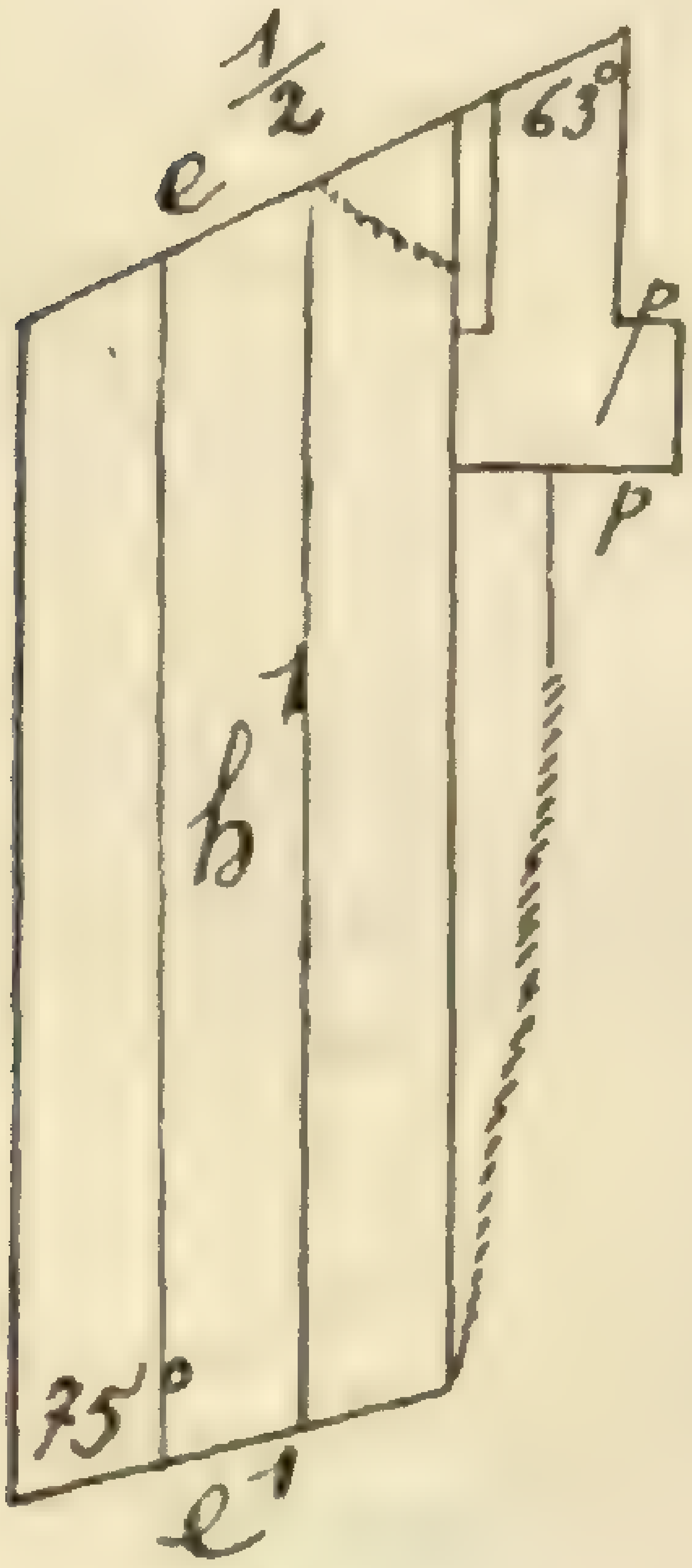

e 1/2
63°
p
p
h 1
75°
e 1

FIG. 5.

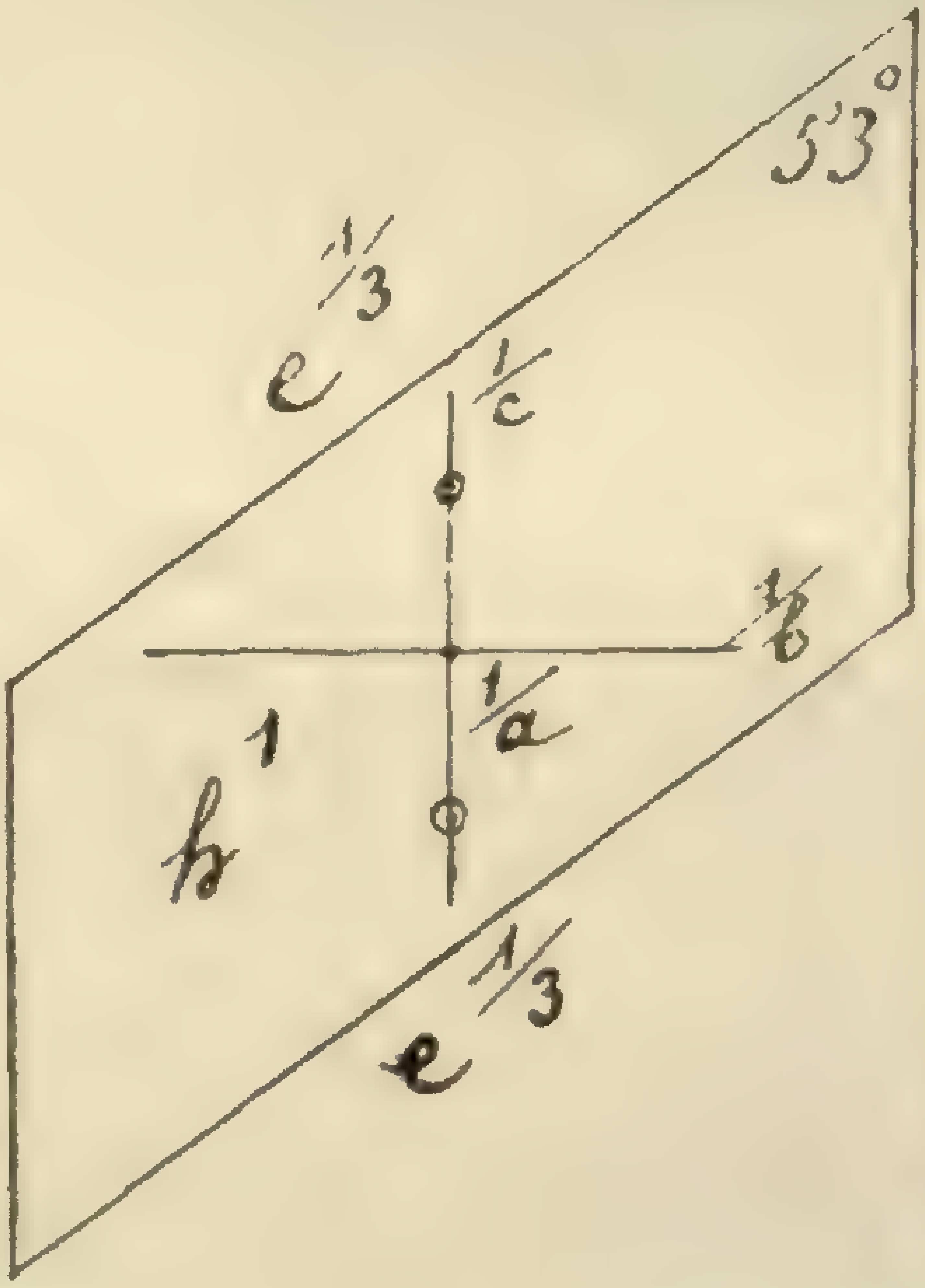

53°
e 1/3
1/c
1/b
1/a
h 1
e 1/3

FIG. 6.

La dispersion des axes optiques m'a semblé nulle. L'orientation optique, représentée dans la figure 6, peut donc se résumer ainsi : P. A. O. $= g^1$, bissectrice aiguë négative normale à h^1.

Biréfringence d'une lame h^1.

Une lame d'épaisseur 14,5 accusait un retard de 52,92; on en déduit :

$$\frac{1}{c}-\frac{1}{b}=n_g-n_m=3,6.$$

Composition chimique.

Voici le résultat de quelques dosages partiels que j'ai effectués, ainsi qu'une analyse complète faite par notre savant confrère M. Renard sur de la matière bien pure :

	CESÀRO.			RENARD.	EN MOLÉCULES.
SiO^2	57,10	58,92	57,21	58,02	1
MgO		26,05	29,20	27,99	0,7236
CaO	5,21	5,52	4,13	5,04	0,0931
Fe^2O^3	1,40	1,08		1,28	0,0083
MnO		2,95	2,08	2,88	0,0419
K^2O			0,81	0,89	0,0098
H^2O			3,68	3,13	0,1798
				99,23	

En considérant l'eau comme combinée et en comptant le fer à l'état de protoxyde (*), on obtient, en molécules :

SiO^2 ... 1
RO ... 1,0648.

La valléite est donc un silicate de formule $SiO^2.RO$, dérivant de l'acide métasilicique H^2SiO^3. On peut dire que ce minéral est un métasilicate de magnésium et de calcium dans lequel une certaine quantité de ces métaux est remplacée par de l'hydrogène, du manganèse et du potassium.

Comparaison de la valléite et de l'antophyllite.

Au point de vue géométrique (**), ainsi qu'au point de vue chimique, la valléite se rapproche beaucoup de l'antophyllite; elle n'en diffère, sous ce dernier rapport, que par l'absence du fer. On pourrait être tenté de ne voir dans la valléite qu'une variété d'antophyllite, de même qu'à la rigueur la trémolite pourrait être considérée comme une variété d'actinote, mais la valléite diffère beaucoup plus de l'antophyllite que la trémolite ne diffère de l'actinote, surtout au point de vue des propriétés optiques, comme le montrele tableau suivant, dans lequel sont comparées les propriétés des deux espèces; j'ai indiqué en italique les différences saillantes.

(*) Je pense que le fer se trouve à l'état de mélange ; si l'on en fait abstraction, on a pour RO ... 1,0482.

(**) L'antophyllite possède aussi des clivages transversaux; je compte revenir prochainement sur ce sujet.

	VALLÉITE.	ANTOPHYLLITE.
Système cristallin.	Prisme orthorhombique de 125° 30′.	Prisme orthorhombique de 125° 37′ (*).
Dureté.	4,5	5,5 à 6
Densité.	2,88	3,08
Clivages.	h^1, g^1, m, $e^{\frac{1}{2}}$ ...	m, h^1, g^1, ... (**).
Fusibilité.	*Facilement fusible en globule blanc* presque opaque.	*Difficilement fusible en globule noir* magnétique.
Signe optique.	*Négatif.*	*Positif.*
Angle axial.	$2V = 51°$ environ.	$2V = 88° 46'$ (***).
Bissectrice normale à h¹.	*Négative, aiguë.*	*Négative, obtuse.*
Angle axial autour de la normale à h¹.	51° environ.	91° 14′
Biréfringence d'une lame h¹.	$\frac{1}{c} - \frac{1}{b} = 3,6.$	$\frac{1}{c} - \frac{1}{b} = 15.$

Place que la valléite doit occuper parmi les silicates.

La *valléite* représente dans le groupe des *amphiboles orthorhombiques* ce que la *trémolite* représente dans les *amphiboles clinorhombiques*. En appelant amphibole un métasilicate dont les bases essentielles sont la magnésie,

---

(*) *Dana*, p. 384.

(**) Depuis ma note citée, j'ai rencontré un échantillon d'antophyllite de Kongsberg dans lequel le clivage h^1 est plus facile que le clivage m.

(***) *Dana*, p. 384.

la chaux et l'oxyde ferreux, cristallisant en prismes de 125° environ, avec clivages parallèles aux faces latérales de ce prisme, on peut diviser les amphiboles en trois sections :

Amphiboles.

ORTHORHOMBIQUES	CLINORHOMBIQUES	CLINOÉDRIQUES
avec MgO dominant de beaucoup, CaO en petite quantité.	$MgO : (Ca, Fe)O = 3 : 1$	sans MgO.
Sans Al^2O^3 (*) Sans fer: Valléite. Avec fer : Antophyllite. Avec Al^2O^3 ; Gédrite.	Sans Al^2O^3 Sans fer : Trémolite. Avec fer ; Actinote. Avec Al^3O^2 : Hornblende.	Cossyrite (**).

Contribution à l'étude des phénomènes polaires des muscles; par le docteur E. Lahousse, professeur à l'Université de Gand.

I

En 1887, Schillbach (1), expérimentant sur les muscles intestinaux du lapin, constata, en contradiction avec la loi polaire de Pflüger pour les muscles striés et les nerfs, qu'à la fermeture du courant constant l'anode déterminait, à l'instar du cathode, une contraction idio-musculaire, avec cette seule différence que la contraction

---

(*) Sous-entendu : ou avec peu.

(**) Dans la cossyrite, l'angle du prisme de clivage *mt* est de 114°.

(1) SCHILLBACH, *Virchow's Archiv*, Bd. 109, 1887.

cathodique restait localisée à l'endroit d'application de l'électrode négative, tandis que la contraction anodique ne tardait pas, après quelques secondes, à se transformer en des contractions péristaltiques très intenses.

En 1889, Biedermann et Simchowitz (1) conclurent de leurs expériences sur divers mammifères, les pigeons et les grenouilles, que les muscles longitudinaux et les muscles circulaires de l'intestin des vertébrés, malgré l'identité de leurs caractères morphologiques, se comportent tout différemment vis-à-vis du courant constant : au moment de la fermeture du courant, les fibres longitudinales sont excitées, en conformité avec la loi polaire de Pflüger, à l'endroit où le courant sort de la substance contractile, c'est-à-dire au cathode (contraction cathodique de fermeture), tandis que les fibres circulaires sont excitées, en contradiction avec cette loi, à l'endroit où le courant pénètre, c'est-à-dire à l'anode (contraction anodique de fermeture) ; au moment de l'ouverture du courant, les fibres circulaires seules sont excitées, contrairement aussi à ce qui arrive pour les muscles striés, à l'endroit de sortie du courant (contraction cathodique d'ouverture).

Vers la même époque, Jofé (2) constata également la constriction annulaire de l'intestin, de l'estomac et de l'utérus, au niveau du pôle positif, pendant toute la durée du courant constant. Cet auteur émit même l'opinion que les muscles striés et les nerfs entrent en excitation au moment de la fermeture du courant constant, aussi bien et quelquefois même plus fortement à l'anode qu'au cathode.

---

(1) Biedermann u. Simchowitz, *Pflüger's Archiv*, Bd. 45, 1889.

(2) Hillel Jofé, *Recherches physiologiques sur l'action polaire des courants électriques*. (Thèse inaugurale. Genève, 1889.)

En 1890, Fürst (1), recherchant, sous la direction de Biedermann, l'influence du courant polarisant sur la musculature cutanée du ver de terre et de la sangsue, aboutit aux résultats suivants :

1° L'excitation électrique de l'enveloppe musculo-cutanée du ver de terre et de la sangsue agit de la même façon sur les muscles longitudinaux et sur les muscles circulaires, contrairement à ce qui arrive, d'après les recherches de Biedermann et Simchowitz, pour les muscles antagonistes de l'intestin des vertébrés.

2° A l'endroit d'arrivée du courant, il n'y a pas d'excitation, mais, au contraire, dans certaines circonstances, le *tonus* préexistant y est supprimé, tandis que tout autour se manifeste un certain degré de contraction.

3° A l'endroit de sortie du courant, il se produit toujours une bosselure limitée, aussi bien sur les muscles longitudinaux que sur les muscles circulaires (contraction permanente de fermeture).

4° L'excitation locale ne se propage pas au loin, sous forme d'une onde contractile.

A la suite du travail de Fürst, Biedermann (2) reprit ses recherches sur la musculature intestinale des vertébrés et fit des expériences sur l'enveloppe musculo-cutanée de deux espèces d'annélides marins : l'*Arenicola piscatorum* et le *Terebella Meckelii*, ainsi que sur les muscles rétracteurs et transversaux de l'*Holothuria Poli* et sur les muscles de l'appareil masticateur de l'*Echinus esculentus*; il expérimenta (1) en outre sur l'uretère du lapin et du cobaye, mais dans d'autres conditions que celles dont s'était servi auparavant Engelmann (2).

---

(1) Fürst, *Pflüger's Archiv*, Bd. 46, 1890.

(2) Biedermann, *Pflüger's Archiv*, Bd. 46. 1890.

Ces différents travaux amenèrent Biedermann à modifier complètement l'opinion qu'il avait émise antérieurement, concernant l'action polaire du courant électrique sur les muscles lisses. Voici comment il s'exprime dans son ouvrage sur l'électrophysiologie : « Il est un fait important et capital qui résulte avant tout des expériences faites sur divers organes à fibres musculaires lisses. En harmonie avec la loi polaire d'excitation à laquelle sont soumis les muscles striés, on remarque que l'excitation de fermeture a lieu sans exception au cathode physiologique, c'est-à-dire à l'endroit où le courant quitte la substance contractile, sans que d'ordinaire elle se propage au loin. A l'anode physiologique, il ne se produit jamais d'excitation au moment de la fermeture du courant, mais bien au contraire la suppression locale de l'état tonique préexistant, d'où résulte le relâchement plus ou moins manifeste du tissu musculaire. Dans certaines circonstances, l'ouverture du courant est suivie d'une contraction anodique tout à fait semblable, pour les caractères et pour l'étendue, à la contraction cathodique de fermeture. Mais après la fermeture du courant, on voit apparaître des deux côtés de la région anodique une bosselure qui souvent s'étend très loin, contrairement à la bosselure cathodique qui est presque toujours assez nettement limitée. Ces contractions anodiques, de tout autre caractère que la contraction cathodique, apparaissent dans certains cas (intestin, enveloppe musculo-cutanée des vers, uretère), comme si l'excitation de fermeture provenait complètement ou presque complètement de l'anode, opinion qui a été en réalité émise pour l'intestin par Jofé. »

---

(1) Biedermann, *Electrophysiologie*, 1895.

(2) Engelmann, *Pflüger's Archiv*, Bd. 3, 18.

A la suite de ses expériences, en 1891, sur la musculature intestinale du lapin, du cobaye et du chat, Lüderitz (1) confirma la manière de voir de Biedermann, concernant l'action relâchante de l'anode, avec excitation dans le voisinage de celui-ci.

En 1896, v. Uexküll (2) rechercha l'action polaire des courants électriques sur les muscles rétracteurs de *Sipunculus nudus* et, admettant avec raison l'existence d'un *tonus* normal pour les muscles lisses, il modifia comme suit la loi polaire de Biedermann : « Disparition du *tonus* à l'anode et augmentation du *tonus* au cathode, pendant la fermeture du courant; augmentation du *tonus* à l'anode, quand le courant est interrompu. »

II

Pendant notre récent séjour à la station zoologique de Naples, nous avons eu l'occasion d'étudier l'action polaire des courants constants sur les muscles lisses et les muscles cardiaques d'un grand nombre d'animaux marins.

Le courant constant était fourni par quinze piles

---

(1) Lüderitz, *Pflüger's Archiv*, Bd. 48, 1891.

(2) V. Uexküll, *Zeitschrift für Biologie*, Bd. 32, 1896.

Daniell, gradué par le rhécorde composé de Dubois-Reymond, dirigé à l'aide du gyrotrope de Pohl, et amené aux muscles par les électrodes impolarisables de v. Fleischl.

Nous avons eu recours tantôt à l'excitation bipolaire, tantôt, et le plus souvent, à l'excitation unipolaire.

Tantôt les muscles étaient laissés *in situ*, tantôt ils étaient soigneusement détachés et isolés tout à fait des tissus ambiants.

III

Hâtons-nous de dire que toutes nos expériences, sans aucune exception, ont confirmé l'exactitude de la loi polaire établie par Biedermann pour les muscles lisses. En effet, excités par les courants constants, les muscles lisses et les muscles cardiaques se contractent au cathode et se relâchent à l'anode; la contraction cathodique et le relâchement anodique sont toujours circonscrits à l'endroit d'application des électrodes.

Mais nos recherches ont en outre révélé quelques particularités nouvelles que nous croyons assez intéressantes pour être publiées.

A. — MUSCLES RÉTRACTEURS DE *Cucumaria Plancii.*

Les muscles rétracteurs de *Cucumaria Plancii* peuvent quelquefois être obtenus à l'état de relâchement aussi complet que possible, c'est-à-dire dépourvus de *tonus* anormal, à condition qu'on les laisse, après les avoir soigneusement préparés, submergés pendant quelque temps dans l'eau saline.

Lorsqu'on excite ces muscles, soit par la méthode unipolaire, soit par la méthode bipolaire, on observe après la fermeture et pendant toute la durée du courant constant, une bosselure circonscrite, du côté du cathode, et, au contraire, un enfoncement bordé de deux bosselures secondaires, du côté de l'anode. Ces phénomènes sont d'autant plus prononcés que le courant polarisant est plus intense; mais il est inutile de s'en occuper davantage, car ils ne semblent pas différer de ceux que Biedermann a observés sur les muscles rétracteurs d'*Holothuria Poli*. Contentons-nous de relever quelques faits nouveaux :

1° Lorsque l'excitation bipolaire porte sur des muscles détachés et isolés des tissus ambiants, il ne se produit, à côté de la région anodique relâchée, qu'une seule bosselure, située dans la région intrapolaire. La bosselure extrapolaire n'existe que dans le cas où le courant est très intense; mais elle est toujours plus petite que la bosselure intrapolaire.

Ce même fait a été observé par v. Uexküll sur les muscles rétracteurs de *Sipunculus nudus*.

2° Le raccourcissement musculaire succède aussi bien à l'excitation anodique qu'à l'excitation cathodique, comme l'ont observé également Biedermann et v. Uexküll. Mais nous avons constaté, en outre, que le raccourcissement cathodique est plus prononcé et se produit plus rapidement que le raccourcissement anodique. On peut s'en convaincre le plus facilement en excitant à la fois deux rétracteurs antagonistes *in situ* : la masse buccale dévie toujours du côté de l'électrode négative. Voilà aussi pourquoi, lorsque la masse buccale a dévié sous l'influence du raccourcissement anodique (excitation unipolaire), l'application brusque de l'électrode négative, par renversement du gyrotrope, fait encore augmenter la déviation, tandis que le raccourcissement cathodique n'augmente pas du tout, souvent même diminue quand l'électrode positive est brusquement substituée à l'électrode négative.

3° Nous avons constaté souvent, quand le courant électrique est intense et employé d'après la méthode bipolaire, une bosselure située dans la région intrapolaire, et entièrement distincte de la bosselure cathodique et de la bosselure anodique intrapolaire.

4° Lorsqu'on augmente graduellement, à partir de 0, l'intensité du courant, on obtient plus vite la contraction cathodique que le relâchement anodique.

B. — MUSCLES RÉTRACTEURS DE *Stichopus regalis*.

Les muscles rétracteurs de *Stichopus regalis* constituent un excellent objet d'étude, car on les obtient facilement exempts de *tonus* anormal, et ils sont d'un bleu pâle à l'état de repos, et blancs, au contraire, quand ils se contractent.

a. — *Excitation unipolaire.*

1° Le cathode agit avec plus d'énergie que l'anode.

2° Le courant minimum suffisant est plus faible pour l'action cathodique que pour l'action anodique.

3° A côté de la bosselure cathodique, à droite et à gauche, la substance contractée se relâche, devient plus claire et s'enfonce en forme de rainure. Au delà de cette rainure apparaît une petite bosselure blanche. Mais ces rainures et ces petites bosselures secondaires finissent par disparaître, lorsque le courant reste longtemps fermé, et il ne reste plus alors que la bosselure cathodique unique, limitée à l'endroit d'application de l'électrode négative.

4° Le relâchement anodique n'atteint pas immédiatement son apogée, mais augmente progressivement, de sorte que le muscle est le plus raccourci immédiatement après la fermeture du courant.

b. — *Excitation bipolaire.*

1° Dans la région intrapolaire, on voit une ou quelquefois même deux bosselures nettement distinctes de la bosselure cathodique et de la bosselure anodique secondaire intrapolaire.

2° Entre la bosselure cathodique et la ou les bosselures intrapolaires, la substance contractile est amincie et plus claire.

3° Lorsque les muscles sont isolés des tissus ambiants et fixés en l'air au moyen de deux épingles, la bosselure anodique extrapolaire manque complètement ou presque complètement.

4° Avec un courant très intense, la région intrapolaire tout entière est fortement plissée.

C. — Partie supérieure du tube digestif de *Halla parthenopeia.*

a. — *Excitation unipolaire.*

A l'anode, deux bosselures très grandes avoisinent la région relâchée : il en résulte un fort raccourcissement de l'organe musculeux. Mais après quelque temps, ce raccourcissement diminue, parce que le relâchement augmente et les bosselures diminuent progressivement. Cependant il s'en faut que l'effacement des bosselures devienne complet ; aussi les muscles restent toujours un peu raccourcis.

Le raccourcissement anodique, au début du courant, est plus prononcé que le raccourcissement cathodique, l'intensité du courant étant la même. Nous avons vu précédemment que c'est le contraire pour les muscles rétracteurs de *Cucumaria Plancii* et de *Stichopus regalis.* D'ailleurs, on peut voir manifestement à l'œil nu que chacune des bosselures anodiques secondaires est plus volumineuse que la bosselure cathodique unique. Il n'est donc pas étonnant que le raccourcissement cathodique augmente assez considérablement après qu'on a renversé brusquement le gyrotrope, tandis que le raccourcissement anodique, au contraire, diminue par le changement de direction du courant.

b. — *Excitation bipolaire.*

Avec l'excitation bipolaire, du côté de l'anode, on voit aussi l'enfoncement augmenter progressivement, après quelque temps, en profondeur et en étendue, pendant que la bosselure secondaire intrapolaire diminue parallèlement.

En outre, quand le courant est intense, la région intrapolaire est fortement plissée.

D. — MUSCLES MASTICATEURS DE *Sphœrechinus granularis.*

Sur les muscles masticateurs de ce magnifique oursin, nous avons constaté les mêmes particularités que celles que Biedermann a décrites pour les muscles masticateurs d'*Echinus esculentus.* Mais nous avons observé en outre que, pendant l'excitation anodique, le muscle s'élargit considérablement sur toute sa longueur, beaucoup plus que pendant l'excitation cathodique.

E. — SIPHON DE *Tellina planata.*

Nous avons réussi quelquefois à obtenir, dans un état de relâchement aussi complet que possible, le plus mince des siphons de *Tellina planata.* Ce siphon est alors très allongé.

a. — *Excitation unipolaire.*

1° L'enfoncement anodique de fermeture est bordé de chaque côté d'une bosselure moins épaisse, mais plus large que la bosselure cathodique.

2° Le raccourcissement cathodique est plus prononcé que le raccourcissement anodique.

3° L'enfoncement anodique augmente avec la durée du courant, sans que pour cela le raccourcissement du siphon diminue, contrairement à ce qui a lieu pour le tube intestinal de *Halla parthenopeia*, car les bosselures secondaires, au lieu de diminuer, augmentent légèrement.

b. — *Excitation bipolaire.*

Le raccourcissement musculaire consécutif à l'excitation anodique, malgré le relâchement au niveau de l'électrode, constitue la meilleure preuve que les bosselures anodiques secondaires ne résultent pas de l'accumulation de substance contractile relâchée, mais dépendent de contractures locales. Cette origine active est rendue tout aussi évidente quand on excite bipolairement le plus mince des siphons de *Tellina planata :* on voit, en effet, à l'œil nu, la substance contractile de la région intrapolaire se rapprocher vivement de la région anodique.

F. — Bras de *Comatula mediterranea.*

Quand on fait traverser les bras de *Comatula mediterranea* soit par un courant unipolaire, soit par un courant bipolaire, le cathode détermine une convexité dirigée du côté de l'électrode, tandis que l'anode détermine une concavité.

Lorsque le courant est assez intense, les bras cassent au point d'application des électrodes, surtout de l'électrode positive. (Autotomie de Fredericq.)

G. — Pied de *Tellina planata*, *Pectunculus glycimeris*, *Cardium aculeatum*, *Tellina nitida*, *Cytherea chione*, etc.

Nous ne connaissons pas un organe musculaire qui puisse démontrer d'une façon plus évidente la loi polaire de Biedermann que le pied de ces divers mollusques qu'on désigne vulgairement à Naples du nom de *Frutti di mare.*

a. — *Excitation unipolaire.*

Le cathode appliqué sur l'une des faces du pied détermine une bosselure, au niveau de son application, et autour de cette bosselure une rainure des plus manifestes. En outre, les bords du pied se retournent du côté de la face opposée.

L'anode, au contraire, détermine un enfoncement et autour de cet enfoncement un bord très saillant. En outre, les bords se relèvent du côté de l'électrode positive.

L'expérience est surtout démonstrative quand on promène lentement les électrodes d'un bout à l'autre de la surface : la bosselure ou l'enfoncement accompagne l'électrode négative ou positive.

Chez les *Tellinidœ* qui possèdent un pied triangulaire, la pointe de celui-ci se relève du côté de l'électrode positive et s'éloigne de l'électrode négative.

Sur le pied de *Tellina nitida*, nous avons observé souvent qu'au moment de l'application du cathode, le pied se raccourcit d'abord, puis s'allonge un peu immédiatement après, parce que le sillon de relâchement qui contourne la bosselure ne se produit qu'après que celle-ci est déjà presque complètement formée. Réciproquement, après l'application de l'anode, il y a d'abord allongement, puis immédiatement après, raccourcissement, parce que le relâchement commence à se produire avant les bosselures.

A l'ouverture du courant, on observe quelquefois, dans la région cathodique, quand le courant a été assez fort et a duré longtemps, un enfoncement passager succédant à la bosselure, même avec relèvement des bords et de la pointe. Mais nous n'avons jamais vu, à l'ouverture du courant, une bosselure se substituer au relâchement anodique.

b. — *Excitation bipolaire.*

1° Lorsque le pied est assez grand pour permettre l'application des deux électrodes à la fois, on obtient les mêmes phénomènes qu'avec l'excitation unipolaire.

2° Lorsqu'on applique l'anode sur l'une des faces et le cathode sur l'autre, le pied se renverse, presque en forme de godet, autour de l'électrode positive.

H. — Cœur de *Cardium aculeatum, Pecten Jacobi, Mactra helvacea, Pectunculus glycimeris, Venus gallena, Eledone moschata et autres mollusques.*

A l'aide de la méthode unipolaire, nous avons excité le cœur *in situ*, tantôt pendant qu'il battait normalement, tantôt immédiatement après qu'il eût cessé ses battements spontanés.

a. — *Cœur battant normalement.*

Avec un courant d'intensité moyenne, l'excitation cathodique détermine l'arrêt complet du cœur, pendant tout le temps que le courant reste fermé. A l'ouverture du courant, le cœur reprend immédiatement ses battements ; ceux-ci, au début, sont d'ordinaire plus énergiques et plus accélérés qu'à l'état normal.

A l'aide de la loupe ou même à l'œil nu, on observe au point d'application de l'électrode négative une bosselure limitée dont les dimensions varient d'après l'intensité du courant ; autour de la bosselure, le cœur est relâché. Sur le cœur d'*Eledone moschata*, on reconnaît très facilement la bosselure cathodique, quelque petite qu'elle soit, à son aspect blanc laiteux, tandis que la partie relâchée est rougeâtre.

Sous l'influence de l'excitation anodique, au contraire, les battements sont considérablement accélérés, et même au début ils sont plus énergiques. A l'ouverture du courant, le cœur s'arrête pendant quelques secondes (pause compensatrice) et reprend ensuite son rythme normal.

Avec la loupe ou même à l'œil nu, surtout chez l'*Eledone moschata*, on voit distinctement l'enfoncement et le relâchement, au niveau de l'électrode positive.

Au moment de la fermeture du courant, le cœur tout entier se porte du côté de l'électrode, quand celle-ci est négative, et, au contraire, s'éloigne de l'électrode, quand celle-ci est positive. Au moment de l'ouverture, le cœur reprend immédiatement sa position normale.

Il arrive quelquefois que le cœur ne suspende pas immédiatement ses battements, après l'application du cathode, mais exécute encore une contraction. Cela se remarque surtout quand le courant se ferme pendant l'intervalle qui sépare les systoles ; si, au contraire, la fermeture coïncide avec la systole même, alors le repos, la systole étant achevée, s'établit d'emblée.

Avec un courant très faible, l'excitation cathodique ne produit pas l'arrêt complet du cœur, mais un simple ralentissement. Quant à l'accélération qui accompagne l'excitation anodique, elle est en raison directe de l'intensité du courant.

L'expérience de l'arrêt et de l'accélération du cœur sous l'influence de l'excitation cathodique et de l'excitation anodique est surtout démonstrative quand on place deux animaux dans le même circuit et qu'on applique l'électrode négative sur le cœur de l'un et l'électrode positive sur le cœur de l'autre.

Dès que le courant est fermé, le cœur cathodique suspend ses battements, tandis que le cœur anodique se met à battre plus vite ; si l'on renverse le courant, à l'instant même, le cœur arrêté reprend vivement ses battements, tandis que le cœur accéléré s'arrête brusquement.

b. — *Cœur ne battant plus spontanément.*

Sur le cœur qui vient de suspendre ses battements spontanés, mais dont l'excitabilité vis-à-vis des excitants hétérogènes est encore conservée, le cathode est sans effet à la fermeture du courant, tandis que, à l'ouverture, il produit une ou même plusieurs pulsations, d'après l'intensité du courant et la vitalité du cœur. L'anode, au contraire, produit une ou plusieurs pulsations après la fermeture du courant, mais à l'ouverture, le cœur retombe en repos.

Les mêmes phénomènes s'observent aussi bien sur le cœur détaché que sur le cœur laissé en place.

IV

Les bosselures situées à côté du relâchement anodique et la limitation de la bosselure cathodique sont dues, d'après Biedermann, à la formation de cathodes physiologiques et d'anodes physiologiques secondaires. Voici comment cet auteur s'exprime, à propos de ses recherches sur l'uretère :

« Il se produira toujours une bien plus grande expansion des courants électriques, et par conséquent un plus grand nombre de cathodes secondaires, dans le voisinage de l'anode, et réciproquement un plus grand nombre d'anodes secondaires dans le voisinage du cathode, dans le cas où l'uretère est laissé *in situ*, ou repose sur un corps bon conducteur et volumineux. Et alors, quand les autres conditions sont favorables, il en résultera, au moment de la fermeture du courant, à une foule d'endroits, dans le voisinage de l'anode (pas à l'anode même), de l'excitation (contraction) qui, ou bien se propage en forme d'onde (uretère), ou bien reste localisée à l'état de contraction permanente. Réciproquement, grâce au voisinage d'endroits anodiques secondaires, l'excitation de fermeture qui s'est produite au cathode sera dans l'impossibilité de se propager. »

A l'aide de l'hypothèse de Biedermann, nous pouvons facilement interpréter deux faits importants dont nous avons parlé précédemment : 1° le relèvement de la pointe et des bords du pied des mollusques du côté de l'électrode positive, et leur éloignement de l'électrode négative; 2° le ralentissement ou l'arrêt du cœur des mollusques sous l'influence de l'excitation cathodique et l'accélération sous l'influence de l'excitation anodique.

Les bords et la pointe du pied fuient le cathode et se rapprochent de l'anode, parce que, autour de la région anodique en relâchement, les fibres musculaires se contractent, à cause des cathodes secondaires, et que, tout autour de la bosselure cathodique, les fibres perdent leur *tonus*, à cause des anodes secondaires.

Lorsque l'électrode négative est appliquée sur le cœur *in situ* ou reposant après ablation sur un corps bon conducteur et volumineux, le courant électrique pénètre dans le cœur par une grande surface : il s'y produit par conséquent une foule d'anodes physiologiques qui ont pour résultat de relâcher le cœur et de le rendre insensible à son *stimulus* normal. Réciproquement, lorsque le cœur est en contact avec l'électrode positive, de nombreux cathodes physiologiques se produisent sur la face par où le courant électrique sort avec une faible densité; ces cathodes disséminés mettent le cœur dans un état d'excitabilité exagérée.

En terminant, nous tenons à remercier M. le professeur Schönlein pour l'obligeance qu'il n'a cessé de nous témoigner pendant notre séjour au laboratoire de physiologie de la station zoologique de Naples.

Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance; par Victor Willem, chef des travaux pratiques de zoologie à l'Université de Gand.

En 1874, C. Semper (1) publiait les résultats curieux d'expériences d'élevage qu'il avait faites avec des Limnées et au cours desquelles il avait observé que la croissance de ces animaux était en rapport avec la capacité des récipients qui les contenaient. Ayant placé dans des aquariums de contenances diverses, avec une nourriture surabondante, de jeunes Limnées d'origine et de taille identiques, il constatait, au bout de quelque temps, de notables différences de taille; la progression correspondait avec la progression de la capacité des récipients; l'effet favorable d'une augmentation de volume de l'habitat était surtout manifeste dans le cas d'additions à de petites quantités d'eau; enfin, l'optimum de volume pour une Limnée lui paraissait être d'environ 4 litres d'eau.

L'interprétation que hasardait Semper de ces résultats est assez étrange : il existerait dans l'eau, en très petite quantité, une substance inconnue, stimulante plutôt que nourrissante, nécessaire néanmoins à la croissance et qui ne pourrait être absorbée par la Limnée, en quantité convenable, qu'au cas où le volume d'eau ambiante serait supérieur à une certaine limite (1).

---

(1) Carl Semper, *Ueber die Wachsthums-Bedingungen des Lymnaeus stagnalis* (Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg, Bd. I, 1874).

Plus tard, en 1894, H. de Varigny (2), après avoir expérimenté dans des conditions d'installation plus favorables que Semper, arrivait à cette conclusion que l'influence de la superficie des récipients est beaucoup plus importante que celle de leur capacité; il attribuait le retard dans la croissance observé chez les individus plus petits à l'absence d'exercice et de mouvement; d'autres résultats restaient sans explication plausible.

⁂

La lecture des mémoires de Semper et de de Varigny m'avait laissé sous l'impression que les faits observés étaient susceptibles d'une explication simple, méconnue par ces naturalistes, parce qu'ils n'avaient pas tenu compte de la respiration cutanée aquatique des Basommatophores.

---

(1) « Es scheint aus meinen Experimenten gefolgert werden zu können, dass im Wasser irgendein — hisher unbekannter — Stoff vorhanden sein muss, warscheinlich in minimalen Mengen, welcher durch seine Beziehungen zum Wasser, das ihn gelösst enthält, und seine osmotische Verwantschaft zur Haut des Thieres von dieser letztern in bestimmten Zeitraümen und Wassermengen nur in ganz bestimmter und zwar geringer Menge absorbirt werden kann. Wenn nun dieser Stoff fernerhin zu den Reizmitteln gehörte, und also, ohne zum Wachsthum selbst beizutragen, doch für dieses nothwendig wäre — dem Oel in der Dampfmaschine vergleichbar — so würde er im Optimum absorbirt werden müssen, wenn die normale Grösse in bestimmter Zeit erreicht werden sollte. » KARL SEMPER, *Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere*, Leipzig, 1880. 1ter Theil, page 205.

(2) H. DE VARIGNY, *Recherches sur le nanisme expérimental* (JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE, t. XXX, 1894).

Les observations de von Siebold, de Forel, de Pauly, sur les mœurs de Limnées et de Planorbes qui vivent sans relation avec l'atmosphère (1); les expériences de Moquin-Tandon (2) et de Pauly sur des Pulmonés basommatophores intentionnellement immergés, ont démontré depuis longtemps l'existence chez ces animaux d'une respiration aquatique active.

J'ai pensé que les différences de taille observées par Semper et de Varigny provenaient de ce que ces naturalistes avaient négligé dans leurs expériences le facteur aération de l'eau et c'est pour justifier cette présomption que j'ai entrepris les quelques essais que je vais exposer.

---

(1) Il s'agit de Limnées et de Planorbes vivant au fond de certains lacs (lacs de Genève, de Constance, etc.) ou habitant des eaux fortement aérées et renfermant de nombreuses bulles d'air; la cavité du poumon est remplie, suivant les cas, ou d'air ou d'eau. J'ai signalé aussi que *Planorbis cristatus* a gardé la respiration complètement aquatique que présentent tous les Basommatophores à l'état jeune.

FOREL, *Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman* (BULL. SOC. VAUDOISE SC. NAT., t. XIII, 1874).

V. SIEBOLD, *Ueber das Anpassungsvermögen der mit Lungen athmenden Süsswassermolluscen* (SITZUNGSBER. MATH. PHYS. CLASSE ACAD. WIS., München, 1875)

A. PAULY, *Ueber die Wasserathmung der Limnaeiden*, München, 1877.

WILLEM, *Prosobranches aériens et Pulmoné aquatique* (BULLETINS ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXIX, 1895).

(2) MOQUIN-TANDON, *Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles de France*, Paris, 1855, t. I, p. 81.

A. PAULY, mémoire cité ci-dessus.

⁂

Si on place des Limnées ou des Planorbes dans de l'eau *fortement aérée*, on constate que ces Pulmonés n'éprouvent pas le besoin de venir à la surface renouveler leur provision d'air : ils restent dans le fond du bocal, où les retiennent les plantes, profondément immergées, qui leur servent de nourriture. Dans semblable expérience, je n'ai pas constaté une seule fois, en un espace de dix jours, la présence d'un Mollusque à la surface de l'eau.

Pour rendre l'essai plus démonstratif, j'ai immergé un écran de mousseline, disposé de façon à empêcher les animaux de venir en contact avec l'atmosphère; au bout de quinze jours, les Pulmonés se meuvent allègrement et se comportent comme si rien ne manquait à leur bien-être.

J'obtiens dans ces expériences une bonne aération de l'eau au moyen de l'appareil suivant (fig. 1). Il se compose d'un tube de verre d'environ 13 millimètres de diamètre, portant un orifice latéral O'; dans l'intérieur débouche l'extrémité effilée d'un tube plus fin, raccordé à une soufflerie. L'orifice latéral O' et le bout inférieur O du tube principal sont fermés par une paroi de mousseline. Le tout est plongé verticalement dans le liquide jusqu'au niveau N,

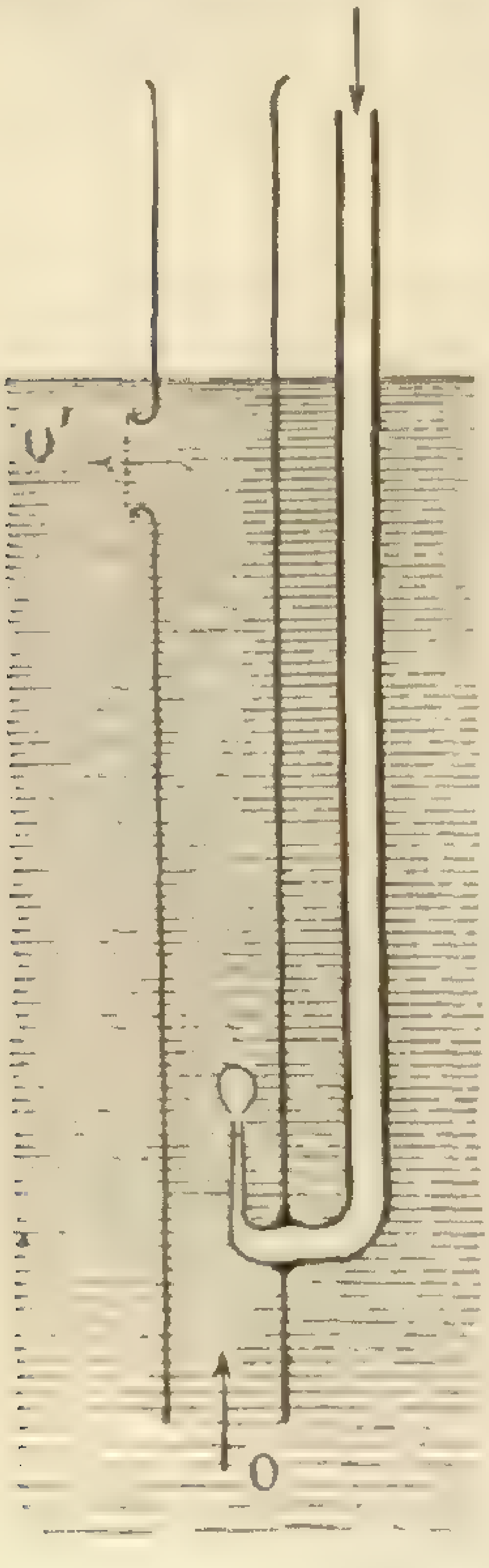


Fig. 1.

et de l'air est injecté dans l'appareil de façon continue. Les bulles qui s'échappent de l'extrémité effilée aèrent l'eau du tube principal ; leur mouvement ascensionnel détermine un courant d'eau de O vers O′, qui renouvelle constamment le contenu de l'instrument et mélange celui du récipient où il est immergé. En réglant le diamètre des orifices et la puissance du jet d'air, on obtient aisément dans l'eau à aérer un courant faible qui ne gêne pas les mouvements des Mollusques.

Inversement, si on place des Limnées dans une eau débarrassée d'air par ébullition, on constate qu'après peu de temps toutes sont sorties du liquide en grimpant le long des parois du récipient. Celles qu'on maintient immergées s'engourdissent au bout de quelques heures et meurent. Cette expérience demande à être effectuée avec quelque précaution, étant donnée la très grande sensibilité de ces Mollusques vis-à-vis des changements de composition de l'eau ambiante : on pourrait attribuer au défaut d'aération des phénomènes produits par la modification de la teneur en sels d'une eau soumise à l'ébullition. Pour éviter cette cause d'erreur, j'ai au préalable habitué progressivement les Limnées à vivre dans de l'eau dépourvue de sels calcaires et opéré avec ce liquide.

Ces expériences, jointes à celles des observations de Moquin-Tandon, de von Siebold et de Pauly où le pneumostome des Pulmonés restait fermé, prouvent que *chez les Basommatophores la respiration cutanée est plus importante que la respiration pulmonaire et qu'à elle seule, elle peut suffire à la vie de ces animaux.*

⁂

Ceci démontré, il devient évident *a priori* que l'aération plus ou moins grande de l'eau doit avoir une influence sur la croissance des Limnées et des Planorbes qui y vivent; il reste à établir l'importance de ce facteur.

Pour cela, j'ai élevé des pontes de *Limnaea ovata* et de *Planorbis corneus;* attendu que les jeunes eussent atteint une taille d'environ 4 millimètres pour que la respiration pulmonaire fût bien établie; choisi parmi les individus, souvent très variables, d'une même ponte, ceux qui avaient la même grandeur, et réparti ces exemplaires, par moitié, dans deux bocaux différents.

Ces récipients, cylindriques, avaient environ 9 centimètres de diamètre et étaient remplis jusqu'à une hauteur de 11 centimètres; le liquide de l'un était aéré par l'appareil représenté figure 1; l'autre contenait de l'eau tranquille. J'ai nourri les animaux, non avec des plantes vertes dont la présence aurait modifié l'aération du milieu, mais avec des tranches de carottes ou de pommes de terre, que Limnées et Planorbes mangent avidement.

J'ai remarqué qu'au bout de deux ou trois jours, l'eau du bocal non aéré se troublait et commençait à se putréfier, tandis que celle du récipient aéré restait claire. Pour éviter une cause d'erreur, j'ai changé le liquide du premier régulièrement tous les jours. Cette eau nouvelle, remuée par les manipulations et en contact constant avec l'atmosphère par sa surface libre, constituait, non un milieu dépourvu d'air où les animaux seraient morts, mais un liquide *moins aéré* que celui du second vase. Les expériences suivantes ont donc consisté à comparer la croissance des Pulmonés vivant, les uns dans une eau aérée à saturation, les autres dans une eau moins oxygénée ; les résultats n'en sont que plus démonstratifs.

Première expérience. — Dans chaque récipient, cinq *Planorbis corneus* et dix *Limnaea ovata* de 4 millimètres (1). Après quinze jours, les Limnées du vase le plus aéré ont une taille moyenne de $4^{mm},5$; celles de l'autre, $4^{mm},2$. Les Planorbes de celui-ci sont mortes, les autres bien portantes.

Deuxième expérience. — Dans chaque récipient, deux *Limnaea ovata* de 7 millimètres ; après trois mois et demi, le 24 septembre, elles mesurent respectivement :

Dans le vase le plus aéré.	Dans le vase le moins aéré.
9	7,6
10	8
Moyenne 9,5 millimètres.	Moyenne 7,8 millimètres.

Troisième expérience. — Dans chaque récipient, six *Limnaea ovata* de 4 millimètres ; après quatre mois, en septembre, elles mesurent :

Dans le vase le plus aéré.	Dans le vase le moins aéré.
7	5,5
8	6
8,8	6,2
8,6	6,5
8,9	7
8,9	6,2
Moyenne 8,56 millimètres.	Moyenne 6,24 millimètres.

---

(1) Cette mesure correspond, pour les Limnées, à la hauteur de la coquille ; pour les Planorbes, au plus grand diamètre de celle-ci.

Ces différences de taille sont du même ordre que la majorité de celles qu'ont observées Semper et de Varigny; elles témoignent que l'aération joue un rôle appréciable dans la croissance des Pulmonés basommatophores. Dans le cas particulier que j'ai étudié, ce facteur agit seulement sur la respiration cutanée; mais il peut aussi produire des effets moins directs en modifiant l'assimilation chez les plantes immergées et partant la nourriture des Mollusques, en influençant le développement des myceliums et des bactéries dans le milieu habité par ces animaux.

⁂

L'influence de l'aération de l'eau, ainsi que je l'ai dit plus haut, a été négligée dans les expériences de Semper et de de Varigny. Et cependant ce facteur doit, sous certain rapport, y avoir agi plus que dans mes essais, car ces naturalistes prenaient leurs sujets dès l'éclosion, au moment où leur respiration est, pour un certain temps encore, complètement aquatique.

Semper avait tenté d'étudier l'influence de l'aération de l'eau sur la croissance de ses Mollusques ; mais ses essais avortèrent parce que le courant d'air qu'il lançait dans le liquide y produisit un courant tel qu'il empêchait les jeunes Limnées de se mouvoir et provoquait ainsi leur mort en peu de jours. Sans vérification, il admet *a priori* que l'eau de ses vases a toujours été suffisamment aérée (1).

---

(1) « Dass das Zurückbleiben gesellig oder in geringem Wasservolum lebender Thiere nich auf Mangel oder Ueberfluss an Sauerstoff in Wasser geschoben werden kann, geht... aus der Ueberlegung hervor, dass die Futterpfanze gewiss mehr als genügend Sauerstoff abgesonderd hat. » (*Ueber die Wachsthums-Bedingungen, etc.*, p. 162.)

De Varigny, à son tour, rapporte (p. 156) trois expériences qui démontrent, d'après lui, « que l'aération de l'eau importe peu aux Lymnées » : il place dans deux vases identiques, contenant une même quantité d'eau et incomplètement remplis, deux Limnées, avec un excès de plantes aquatiques. L'un des vases est ouvert; l'autre reste fermé pendant toute la durée (sept mois) des expériences; après cette période, les habitants des deux bocaux ont acquis des tailles semblables.

Ces observations prouvent-elles que l'aération de l'eau n'a rien à voir avec la croissance des Limnées? A ce compte, elles prouveraient aussi, par la même occasion, que celle-ci est indépendante de la composition de l'atmosphère gazeuse mise à la disposition des Pulmonés. L'absurdité de la conclusion témoigne du défaut du raisonnement. Les expériences en question démontrent que la respiration des plantes du bocal fermé s'est trouvée suffisante pour y maintenir dans des proportions convenables la quantité d'oxygène de l'eau et de l'atmosphère confinée.

Je veux maintenant reprendre les résultats des expériences des auteurs précédents, si péniblement et si imparfaitement interprétés par eux, et montrer qu'ils se laissent facilement expliquer dès qu'on fait intervenir le rôle de l'aération du liquide.

1° Les dimensions des Limnées croissent avec l'augmentation de volume du récipient où on les élève.

L'influence, relativement faible d'ailleurs (1), de ce facteur peut s'expliquer, je pense, par ce fait que les grands bocaux employés renfermaient plus de plantes aquatiques que les petits et que celles-ci maintenaient l'oxygénation de l'eau ambiante à un taux plus élevé. Le peu d'action de la différence de volume des récipients me paraît montrer que les petits contenaient presque assez de végétaux pour contre-balancer la respiration des Mollusques.

---

(1) H. DE VARIGNY, mémoire cité, p. 159.

Une autre influence peut aussi être intervenue dans un sens défavorable aux Limnées des vases plus petits : celle des déjections des animaux, dont une partie se dissout dans l'eau et retarde la croissance des hôtes, ainsi que l'a montré de Varigny (p. 179).

2° Les dimensions des Limnées augmentent avec la superficie des vases.

On comprend aisément que plus la surface de contact avec l'atmosphère est grande, plus actifs sont les échanges gazeux entre celle-ci et le liquide du récipient, dont l'aération se maintient meilleure.

De Varigny attribue l'action favorable de l'augmentation de la superficie sur la croissance à ce fait qu'elle favorise « l'exercice et les mouvements » des Limnées ; on s'attendrait cependant à voir des animaux ayant à proximité un excès d'aliments et soustraits à la nécessité de déplacements nombreux, acquérir une taille supérieure à celle que présentent d'autres exemplaires qui doivent circuler constamment à la recherche de leur nourriture.

3° Dans des conditions identiques de volume et de superficie, les Limnées restent plus petites quand elles sont plus nombreuses.

Cela se comprend aisément aussi : des Mollusques plus nombreux profitent chacun d'une part plus petite de l'oxygène disponible dans le liquide et accroissent plus rapidement sa teneur en acide carbonique et autres déjections. Il n'est pas nécessaire d'invoquer, avec de Varigny, une influence «morale(1)» des Limnées d'un même récipient les unes sur les autres.

Je pense qu'il faut attribuer de même à la respiration cutanée et à l'influence de l'aération de l'eau ce fait, observé par Yung, que « la durée du développement des larves de grenouilles est d'autant plus longue que leur nombre est plus grand dans une même quantité d'eau, la nourriture étant d'ailleurs en surabondance (2) ».

⁂

Il me reste à discuter un petit nombre d'expériences rapportées par H. de Varigny (pp. 174 et suiv.) et dont les résultats ne semblent pas, à première vue, concorder avec mon explication.

Ce naturaliste employait deux récipients, dont le plus petit, plongé à l'intérieur de l'autre, était constitué par un tube de verre fermé par une paroi de mousseline. « Pour bien assurer l'identité de composition, j'avais l'habitude, dit H. de Varigny (p. 175), deux ou trois fois par jour, de soulever le tube entièrement hors de l'eau, de façon à opérer le mélange complet des deux masses... De la sorte, l'eau du tube et celle du vase principal devaient être identiques, se trouvant en constante communication et étant souvent mélangées de la façon la plus complète. » Ou bien encore le vase interne était constitué par une cage de mousseline suspendue dans le grand récipient et l'appareil était de temps en temps soulevé, « de façon à assurer un mélange constant » (p. 176).

---

(1) Je renvoie le lecteur à la page 187 du *Mémoire* de de Varigny pour l'explication de ce terme.

(2) E. Yung, *De l'influence des variations du milieu physico-chimique sur le développement des animaux* (ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES, t. XIV, 1885, p. 506).

Dans ces conditions, l'observateur constatait, après un certain temps, une différence, considérable même, dans la taille des Limnées distribuées respectivement dans le grand et dans le petit récipient.

Peut-on encore, dans les conditions ci-dessus décrites, invoquer une différence dans la richesse en oxygène des deux milieux? A mon sens, l'explication est la suivante : Il n'y a mélange et identité de composition de l'eau dans les deux vases, qu'au moment de la manœuvre ci-dessus décrite ; quand l'appareil est en repos, les échanges entre les deux récipients, à travers les parois de mousseline, sont faibles et le dispositif fonctionne *à peu près* comme si les deux vases étaient complètement séparés (1).

H. de Varigny lui-même en fournit involontairement la preuve, en rapportant (p. 178) l'observation que voici :

« Dans un même vase plongeaient deux tubes identiques, l'un avec un diaphragme de mousseline, l'autre bouché avec du liège recouvert de cire à cacheter. Dans chaque tube, une Lymnée et deux Lymnées dans le vase. » Après trois mois, les Limnées des deux tubes sont sensiblement de même taille (fig. 30, les deux coquilles de gauche), et les deux exemplaires du vase extérieur ont acquis des dimensions doubles (les deux coquilles de droite, fig. 30).

Si l'explication que j'énonce est exacte, si la seule cause des différences de taille observées par de Varigny dans ses expériences est l'aération de l'eau, on devra observer la même croissance chez des Limnées réparties dans des vases analogues à ceux qu'employait de Varigny, mais dans lesquels l'identité de composition des liquides est complète.

---

(1) Ajoutons encore que les plantes placées dans la cage de mousseline se trouvaient moins éclairées et fournissaient par conséquent moins d'oxygène à l'eau ambiante que celles du grand récipient, transparent.

Cette condition n'est pas facile à réaliser. Dans une première tentative, j'avais placé un petit récipient à l'intérieur d'un plus grand et disposé un système de tubes de façon que l'eau qui traversait constamment l'appareil dût passer de l'un des vases dans l'autre avant de s'écouler au dehors. Ce procédé ne suffit pas pour obtenir un mélange complet et, de plus, à cause de la mauvaise qualité de l'eau fournie par la distribution gantoise, les tubes s'obstruaient de moisissures.

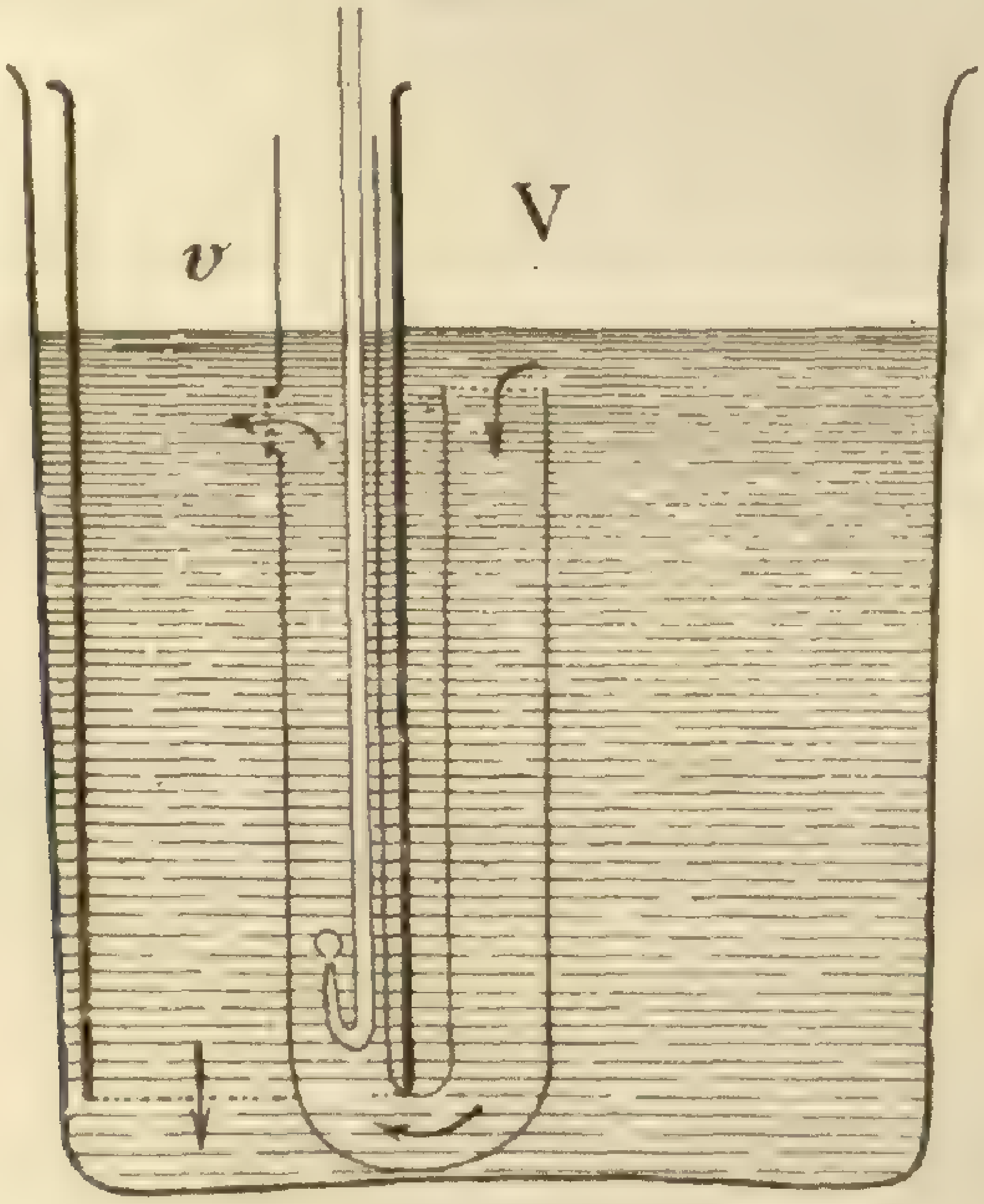


Fig. 2.

J'ai finalement employé le dispositif représenté figure 2. Dans un grand vase est plongé un plus petit, dont le fond est fermé par un écran de mousseline; le mélange du liquide et son aération sont produits au moyen d'un tube en U fonctionnant comme l'appareil représenté figure 1 : constamment, de l'eau puisée à la surface du récipient extérieur est déversée dans le haut du cylindre intérieur, dont le trop-plein s'échappe ensuite par la toile de fond. Des plantes aquatiques sont réparties dans les deux bocaux.

Des *Limnaea ovata* et des *Planorbis marginatus,* choisis comme je l'ai indiqué à propos des expériences précédentes, furent répartis par moitié dans les deux récipients. Les uns vécurent dans un volume d'eau de 3110 centimètres cubes, présentant une surface libre de 200 centimètres carrés; les autres disposaient d'une capacité de 375 centimètres cubes, avec une superficie horizontale de 25 centimètres carrés. Ces grandeurs sont dans le rapport approximatif de 8 à 1; pour une valeur semblable, les théories de Semper et de de Varigny font prévoir une grande différence dans la croissance des individus appartenant aux deux récipients. Tous les facteurs autres que la capacité des vases : lumière, nourriture, aération, sont uniformisés autant que possible.

Première expérience. — Dans chaque vase, quatre *Planorbis marginatus* de 3 $^1/_2$ millimètres (27 juin). Après trois mois, le 26 septembre, ils mesurent respectivement :

Dans le grand vase.	Dans le petit vase.
7	6,8
6,5	6,5
5,5	5,6
5,8	5,5
MOYENNE 6,2 millimètres.	MOYENNE 6,1 millimètres.

Deuxième expérience. — Dans chaque vase, six *Limnaea ovata* de 6 millimètres; au cours de l'expérience, un individu meurt dans chaque récipient. Après trois mois (mêmes dates que I), ils mesurent :

Dans le grand vase.	Dans le petit vase.
9	9
8,8	8,3
8	8,6
7,8	8
7	7,7
Moyenne 8,1 millimètres.	Moyenne 8,3 millimètres.

Ce qui me paraît démontrer que, dans deux récipients de volumes et de superficies différents où l'aération de l'eau est maintenue identique, la croissance des Basommatophores est égale. Et cela prouve aussi, de manière directe, que *dans les expériences de Semper et de de Varigny, les différences de taille observées étaient dues à l'influence de l'aération de l'eau et de la respiration cutanée des Pulmonés.* Cette explication rationnelle me semble remplacer avantageusement l'hypothèse, peu acceptable *a priori*, de Semper et la théorie, émise par de Varigny, de l'amélioration de la race des Limnées par la gymnastique.

⁂

Les expériences qui précèdent ont été faites dans le Laboratoire de zoologie et d'anatomie comparée de l'Université de Gand; c'est pour moi un devoir et un plaisir de remercier à ce propos mon maître, M. le professeur F. Plateau.

Le bromure d'éthyle comme anesthésique opératoire chez les Céphalopodes ; par J.-F. Heymans.

Pendant notre séjour à la station zoologique de Naples, en 1894 et 1895, nous avons institué sur les Céphalopodes, surtout sur l'*Eledone moschata*, diverses expériences de vivisection qui exigèrent l'observation ultérieure pendant plusieurs jours des animaux opérés.

Sur des animaux aussi mobiles et aussi rétractiles, on ne peut faire à main levée que les opérations tout à fait simples, ne comportant qu'un coup de ciseaux. Les vivisections plus délicates demandent la fixation ou l'immobilité de l'animal. Dans ce but, L. Fredericq fixa le poulpe vivant sur une planchette de bois rectangulaire, à l'aide de clous enfoncés dans le bois. « Cette façon d'immobiliser l'animal en le clouant, dit-il, pourra paraître barbare et primitive, mais c'est la seule qui soit réellement pratique (1). »

Comme le fait observer von Uexküll, cette méthode est inapplicable quand l'animal doit survivre à l'opération, sans qu'il survienne les symptômes concomitants les plus désagréables du côté des bras lésés. Cet auteur (2) est parvenu, après bien des insuccès, à surmonter d'une manière satisfaisante, dit-il, toutes les difficultés à l'aide de l'appareil de contention qu'il décrit et qui est comparable à un appareil de contention de lapin, de chien, etc., en ce qui concerne son but.

---

(1) L. Fredericq, *Recherches sur la physiologie du poulpe commun*. (Arch. de zool. exp., 1878, t. VII, p. 539.)

(2) J. von Uexküll, *Physiol. Untersuchungen an Eledone moschata*. (Zeitschr. für Biologie, 1894, Bd. 31, S. 585.)

Seulement, l'appareil de contention de von Uexküll ne donne pas l'immobilité complète et le relâchement musculaire, conditions presque indispensables à l'exécution d'opérations délicates, surtout chez les Céphalopodes.

Aussi, dès le début de nos expériences, nous avons songé à opérer sous anesthésie. Pour anesthésier différents vertébrés dangereux et difficiles à fixer, une pratique déjà ancienne consiste à laisser tomber du chloroforme ou de l'éther dans la cage ou dans le bocal où ils se trouvent; après quelques instants, on les retire et on les opère sans aucune difficulté. Au contraire, si on verse, même en excès, du chloroforme ou de l'éther dans de l'eau de mer où nage le Céphalopode, celui-ci continue à s'y mouvoir normalement; aucun signe d'anesthésie, même partielle, n'apparaît. *Il n'est pas possible d'anesthésier les Céphalopodes en les faisant séjourner dans l'eau de mer saturée de chloroforme ou d'éther.*

Comme on sait, il n'en est pas de même pour un grand nombre d'animaux aquatiques; c'est ainsi que la grenouille même est rapidement et complètement narcotisée dans l'eau chloroformée; elle y meurt à bref délai.

D'après les expériences de Decroly, instituées dans notre laboratoire, la grenouille rousse est anesthésiée dans l'eau renfermant 0,16 °/₀₀ en volume de chloroforme; elle survit seulement dans l'eau renfermant moins de 0,05 °/₀₀ de cet anesthésique. La narcose de la grenouille séjournant dans l'eau est produite surtout par l'absorption cutanée de l'agent anesthésique. En effet, l'absorption par le train postérieur suffit à déterminer l'anesthésie; nous le démontrons en plongeant uniquement cette partie du corps dans une atmosphère saturée de vapeurs de chloroforme ou dans de l'eau chloroformée, la partie antérieure du corps étant soustraite aux vapeurs de chloroforme à l'aide d'une enveloppe de caoutchouc. Dans l'un et dans l'autre cas, l'anesthésie complète s'établit en 15-20 minutes.

L'absence d'anesthésie chez les Céphalopodes séjournant dans l'eau chloroformée ou éthérée, démontre que l'anesthésique n'est pas absorbé par la peau, ce qui d'ailleurs est en rapport avec la structure de celle-ci, et que l'absorption branchiale elle-même est insuffisante pour que l'action générale apparaisse.

En effet, l'absence d'anesthésie générale ne résulte pas de ce que le chloroforme et l'éther ne sont pas actifs chez ces animaux : si nous les plaçons dans des bocaux vides, simplement mouillés, à côté d'un tampon imbibé de chloroforme ou d'éther, nous voyons apparaître aussitôt l'action anesthésiante des vapeurs; la motilité, la sensibilité et l'excitabilité réflexe diminuent peu à peu. Mais les mouvements respiratoires se modifient en même temps et disparaissent aussi rapidement que les mouvements réflexes. *Nous ne sommes jamais parvenu chez les Céphalopodes à produire par inhalation l'anesthésie véritable avec conservation de la respiration.*

On pourrait supposer que l'arrêt si précoce de la respiration est dû, au moins partiellement, à un début d'asphyxie résultant du séjour hors de l'eau. Il n'en est pas ainsi, car si l'on replace les animaux dans l'eau de mer et si l'on fait passer un courant d'eau à travers le sac branchial, les résultats demeurent les mêmes ; ou bien l'anesthésie était incomplète et dans ce cas l'animal survit, ou bien, si elle était complète, la respiration s'arrête et la mort survient, quoi qu'on fasse.

Nous savons qu'il est impossible d'anesthésier les mammifères (lapin, chien, homme, etc.) par injection hypodermique de chloroforme ou d'éther, même à doses très massives, tandis qu'un dixième, un vingtième de centimètre cube de chloroforme injecté à la grenouille dans le sac lymphatique dorsal détermine en quelques minutes l'anesthésie la plus complète. Cette différence d'action résulte évidemment de la rapidité différente de l'absorption; chez le lapin, un demi-centimètre cube de chloroforme n'est pas encore complètement absorbé après vingt-quatre heures (1).

Y a-t-il moyen de déterminer chez les Céphalopodes l'anesthésie générale par injection hypodermique des anesthésiques? Comme nous venons de le voir, cela dépendra avant tout de la rapidité de l'absorption. Saisissant de la main gauche, à l'aide d'une forte pince, un des bras de l'animal, plongeons dans la partie tendue l'aiguille d'une seringue de Pravaz chargée de chloroforme ou d'éther et injectons $0^{cc},5$ à 2 centimètres cubes : au niveau de l'injection il se forme un bourrelet, de part et d'autre les tissus se rétractent fortement. Nonobstant, l'absorption s'effectue, car l'action générale de l'anesthésique apparait bientôt : d'abord un stade d'excitation, puis la paralysie et l'anesthésie. Seulement, ici encore, les fonctions respiratoires et circulatoires sont entreprises presque en même temps que les fonctions nerveuses; *nous n'avons jamais vu, après injection de chloroforme ou d'éther, la respiration persister après la disparition des réflexes des ventouses.*

---

(1) *Archives de pharmacodynamie*, 1895, vol. I, p. 57.

Le chloroforme et l'éther, contrairement à ce qui existe à un si haut degré chez les vertébrés, surtout chez les mammifères, n'agissent donc pas chez les Céphalopodes, d'abord sur les centres psycho-moteurs et réflexes, puis sur les centres respiratoires et cardiaques; ils ne possèdent pas d'action élective vis-à-vis des différents centres nerveux; ceux-ci ne possèdent pas encore cette différenciation fonctionnelle et chimique qui leur permet, chez les animaux supérieurs, de réagir différemment vis-à-vis de ces anesthésiques.

Une autre substance, le chlorhydrate de cocaïne, est employée pour anesthésier le protoplasme, qui dès lors ne se rétracte plus sous l'action des liquides fixateurs; cet anesthésique local ne détermine pas d'anesthésie générale.

A la station zoologique de Naples, on pratique couramment l'addition d'environ 10 % d'alcool à l'eau de mer afin de tuer les animaux; ceux-ci meurent dans la narcose et la paralysie; mais nos expériences démontrent que l'alcool ne possède non plus l'action élective des anesthésiques proprement dits.

En face de cet échec complet et de cette réaction différente des Céphalopodes vis-à-vis des anesthésiques précités, nous nous proposions d'essayer sur ces animaux les principaux hypnotiques et narcotiques; nous savons, en effet, que la narcose par l'uréthane, le chloral, le chloralose, etc., remplace avantageusement dans les vivisections l'anesthésie par le chloroforme ou l'éther. Pour diverses raisons, ne fût-ce que la question de dépense, tout procédé pratique d'anesthésie chez les animaux aquatiques doit éviter la solution de l'anesthésique dans l'eau; le seul mode d'administration approprié consiste dans l'injection hypodermique.

Nous passons sous silence les essais infructueux que nous avons institués à l'aide de diverses substances dans le but de déterminer l'anesthésie de l'*Eledone;* disons aussitôt que le bromure d'éthyle seul nous a donné un résultat positif, satisfaisant, complet peut-on dire. Cette substance, administrée par voie sous-cutanée chez les Céphalopodes, constitue, d'après nos expériences, un agent anesthésique dont les propriétés sont absolument comparables à celles du chloroforme ou de l'éther donné en inhalation chez les vertébrés supérieurs. C'est affirmer du coup que l'action anesthésique du bromure d'éthyle chez les Céphalopodes est plus profonde que chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme; l'inhalation des vapeurs de ce bromure ne détermine en effet chez l'homme qu'une insensibilité passagère à la douleur, jamais la perte complète de la conscience ni la résolution musculaire.

Nous injectons le bromure d'éthyle liquide en nature, soit dans un bras fixé à l'aide d'une forte pince, soit sous la peau de l'abdomen, l'animal étant captif dans un filet. L'action locale du bromure d'éthyle, tout en étant manifeste, ne présente pas d'inconvénient sérieux, lors même que l'animal est destiné à survivre. La quantité de liquide à injecter chez un *Eledone moschata* de taille moyenne est au minimum d'un sixième de centimètre cube; l'anesthésie n'est généralement pas complète pour cette dose. La dose anesthésiante moyenne est d'un tiers à deux tiers de centimètre cube; l'injection de cette quantité détermine une petite tumeur, qui est surtout visible lorsque le bromure a été préalablement additionné d'une trace de matière colorante, de bleu de méthylène, par exemple. Le liquide injecté étant coloré, on peut aisément observer le degré d'absorption de la substance.

Au moment de l'injection et quelques instants après, l'animal réagit contre l'action locale douloureuse; il revient ensuite à l'état normal pour présenter bientôt le stade d'excitation, qui se caractérise par les symptômes habituels de cet état : il s'agite en tous sens et présente des changements de coloration rapides et considérables; la respiration est plus fréquente et plus étendue. Au bout d'une dizaine de minutes, en moyenne, les mouvements des bras et les déplacements deviennent plus lents, moins étendus et moins énergiques; les ventouses adhèrent moins fortement et en plus petit nombre; la respiration se ralentit. En moyenne, après quinze minutes, l'immobilité est complète, tout mouvement spontané fait défaut, les ventouses n'adhèrent plus, la position est celle d'un animal complètement paralysé : on dirait celle d'un cadavre non rigide, n'était la respiration, avec ascension ample, qui se poursuit régulièrement à raison de quinze mouvements en moyenne par minute. A ce moment, les réflexes brachiaux ont totalement disparu; le réflexe palpébral persiste généralement. L'animal se trouve dans un état d'anesthésie et de paralysie complètes; on peut, sans aucune difficulté, le placer dans toutes les positions et pratiquer les vivisections et dissections les plus variées sans provoquer le moindre réflexe. La respiration et la circulation continuent à fonctionner régulièrement, et cela malgré des mutilations très étendues.

L'administration du bromure d'éthyle aux Céphalopodes est évidemment régie par des règles analogues à celles qui président à l'application des anesthésiques en général, par exemple, à la chloroformisation chez l'homme. Plus la dose injectée est forte, plus l'anesthésie est rapide, profonde et dangereuse. Pour une dose déterminée, on peut hâter et renforcer l'action de la substance en pratiquant quelques mouvements de massage sur le nodule d'injection. Si l'on a pratiqué l'injection dans un bras, on peut régler presque à volonté l'intensité et la durée de l'anesthésie en faisant une ligature plus ou moins serrée en deçà du point d'injection : on ralentit ou même on supprime ainsi l'absorption. Lors d'une anesthésie trop profonde, la respiration et le cœur peuvent évidemment être atteints; cet accident peut parfois se produire, même pour une dose moyenne : la respiration faiblit alors et finit par s'arrêter, cela d'autant plus facilement que les Céphalopodes semblent ne pas réagir par une accélération respiratoire contre une asphyxie débutante (1). Le moyen héroïque pour combattre cet accident consiste ici, comme chez les vertébrés supérieurs, à pratiquer la respiration artificielle. Celle-ci s'établit instantanément et sans aucun appareil chez les Céphalopodes : il suffit d'écarter le manteau à l'aide des doigts et de tenir l'ouverture béante sous un filet d'eau ; pour instituer une respiration artificielle continue, on introduit dans la cavité du manteau un tube relié à un robinet d'eau de mer. D'ailleurs, puisque l'animal est immobile et ne déplace par ses mouvements respiratoires qu'une certaine atmosphère d'eau autour de lui, il est absolument indiqué, si l'on veut prévenir l'asphyxie à longue échéance, d'aérer suffisamment l'eau du bassin dans laquelle l'animal est couché (par agitation, insufflation, écoulement, etc.). Pour stimuler directement la fonction respiratoire en cas d'asphyxie, l'excitation mécanique des bords de l'entonnoir nous a paru spécialement efficace : chaque fois qu'on pince l'entonnoir, une expiration profonde se produit ; le rythme respiratoire normal tend ensuite à se rétablir.

---

(1) L. Fredericq, *loc. cit.*, p. 570.

La durée de l'anesthésie varie évidemment d'après la dose ; pour une dose justement suffisante, ou pour une dose notablement supérieure dont on arrête l'absorption ultérieure par une ligature serrée au moment où l'anesthésie est complète, l'animal demeure en moyenne un quart d'heure à une demi-heure dans un état d'immobilité absolue. Puis survient le réveil ; la motilité et les réflexes réapparaissent lentement, l'état normal se rétablit et l'animal survit indéfiniment.

En résumé, *le bromure d'éthyle en injection constitue chez les Céphalopodes un anesthésique général*, au même titre que le chloroforme et l'éther en inhalation chez l'homme et les animaux supérieurs.

D'après des expériences concordantes, mais moins complètes, le bromure d'éthyle possède les mêmes propriétés anesthésiques chez différents groupes d'invertébrés et même chez les poissons et les grenouilles.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 9 novembre 1896.

M. le comte **Goblet d'Alviella**, *vice-directeur*, occupe le fauteuil.

M. le chevalier **Edm. Marchal**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Wauters, P. Willems, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, J. Stecher, T.-J. Lamy, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Vanderkindere, F. Vander Haeghen, Ad. Prins, J. Vuylsteke, Ém. Banning, A. Giron, P. Fredericq, God. Kurth, Mesdach de ter Kiele, H. Denis, le chevalier Ed. Descamps, G. Monchamp, *membres;* Alphonse Rivier, J.-C. Vollgraff, *associés ;* Paul Thomas, Ern. Discailles, Ch. Duvivier, V. Brants, Ch. De Smedt et A. Willems, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel fait savoir que, sur la demande de M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique, il a donné lecture, dans la séance publique de la Classe des beaux-arts du 8 novembre, de l'arrêté royal du 28 octobre, décernant, sur la proposition du jury, le prix quinquennal des sciences historiques (1891-1895), à M. G. Kurth, membre de l'Académie et professeur à l'Université de Liége.

M. le Vice-Directeur félicite M. Kurth, au nom de ses confrères de la Classe des lettres.

M. Kurth exprime ses remerciements.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique demande que la Classe lui soumette une liste double de candidats pour la formation des jurys chargés de juger la 3e période du concours quinquennal des sciences sociales et la 13e période du concours triennal de littérature dramatique en langue française.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages suivants :

1° *Inventaire des archives de la ville de Malines*, tome VIII ; par V. Hermans ;

2° *Grondbeginselen van de belgische strafvordering ;* par De Hoon ;

3° *Exposé de la situation administrative des provinces pour l'année 1895 ;*

4° *Le socialisme et le droit de propriété ;* par A. Casteleyn, S. J. ;

5° *Les repos de Jésus et les berceaux reliquaires ;* par Ed. Niffle-Anciaux, nouvelle édition.

— Remerciements.

— MM. le baron de Chestret de Haneffe et D. Sleeckx offrent, pour la bibliothèque, divers ouvrages dont les titres figurent ci-après sous la rubrique : *Ouvrages présentés.*

— La Classe reçoit encore, à titre d'hommages, les ouvrages suivants :

1° *De la personnification civile des Universités,* discours; par le comte Goblet d'Alviella;

2° *Table chronologique des chartes et diplômes imprimés concernant l'histoire de la Belgique*, tome IX, par Alph. Wauters;

3° *Correspondance du cardinal de Granvelle*, 1586, tome XII; par Ch. Piot, avec une note qui figure ci-après;

(Ces deux derniers ouvrages font partie de la collection des chroniques belges inédites publiée par ordre du Gouvernement.)

4° *Histoire de l'enseignement primaire en Hainaut;* par Ernest Matthieu (présenté par M. Ch. Duvivier, avec une note qui figure ci-après);

5° *P.-F. Le Roy, sculpteur namurois* (1739-1812); par Georges Cumont;

6° *De l'application des peines comminées par le Code rural aux infractions qu'il prévoit;* par le procureur général Detroz;

7° *Johann Pupper von Goch;* par Otto Clemen (présenté par M. P. Fredericq avec une note qui figure ci-après).

— Remerciements.

— Travaux manuscrits à l'examen :

Les passions allemandes du Rhin dans leurs rapports avec l'ancien théâtre français; par Maurice Wilmotte. — Commissaires : MM. J. Stecher et P. Fredericq;

Le dieu celtique Intarabus ou Entarabus; par J. Waltzing. — Commissaires : MM. G. Kurth et P. Willems.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe le douzième et dernier volume de la *Correspondance du cardinal de Granvelle.*

Cette publication, si intéressante pour l'histoire de notre pays, l'est également pour celle de la réforme religieuse. Elle offre aussi un grand intérêt au point de vue des événements politiques en Angleterre, en Allemagne, en Espagne, en France et en Italie. Elle est spécialement mise à profit par les historiens préoccupés des annales du XVI^e siècle, et donne la clef de la politique suivie par un de nos hommes d'État les plus remarquables de cette période.

Commencée en 1877 par feu notre regretté confrère M. Poullet, la publication de ce recueil fut suspendue jusqu'au moment où la Commission royale d'histoire voulut bien, en 1883, me charger de la continuer.

Ce tome douzième, que je viens d'achever, renferme des détails concernant la maladie et la mort de Marguerite de Parme, la fin de la carrière de Granvelle, les affaires politiques en France, les démarches faites par le cardinal Farnèse dans le but de succéder au pape Grégoire XIII.

Les lettres de Philippe II et d'Alexandre Farnèse, imprimées dans ce volume, fournissent aussi des données intimes sur la situation de la Belgique pendant le dernier quart du XVI^e siècle. Les campagnes de Farnèse, la conquête par les Espagnols des villes de Bruxelles, de

Malines et particulièrement d'Anvers, le dernier boulevard défendu avec énergie par les insurgés belges, y font l'objet de relations restées inconnues jusqu'à ce jour.

J'y ai donné aussi des renseignements nouveaux sur les négociations politiques entre l'Espagne et les Pays-Bas méridionaux, d'une part, et l'Angleterre, d'autre part. Les correspondances inédites relatives à ces négociations démontrent à l'évidence que Philippe II, pas plus qu'Élisabeth, ne se souciait de conclure une paix définitive, malgré les affirmations contraires produites de part et d'autre.

Il fallut décider plus tard par la force les questions pendantes entre les deux cours. Ce fut la destruction de la célèbre Armada qui les résolut.

Ch. Piot.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe, au nom de l'auteur, une *Histoire de l'enseignement primaire en Hainaut*, par M. Ernest Matthieu.

M. Ernest Matthieu s'est fait connaître déjà par divers travaux historiques concernant le Hainaut, et spécialement par la publication d'une excellente *Histoire de la ville d'Enghien*, qui peut servir de modèle pour les monographies de ce genre.

L'œuvre nouvelle de l'auteur est remplie de recherches sur cette obscure question de l'initiation à la vie intellectuelle des populations d'autrefois, depuis la chute de l'empire romain jusqu'à nos jours.

Dans la première partie de son livre, l'auteur jette un coup d'œil général sur les institutions scolaires, il signale les efforts des conciles et du pouvoir civil pour introduire partout l'enseignement primaire.

L'état de la société rendit plus ou moins stériles ces efforts généreux, et ce n'est qu'aux XV^e^ et XVI^e^ siècles qu'on se remit sérieusement à l'œuvre, à l'effet de procurer à la jeunesse une instruction élémentaire.

Le livre dont nous nous occupons fournit des données statistiques curieuses pour le Hainaut. Ainsi il relève, au XII^e^ siècle, cinq localités dotées d'institutions scolaires; il en cite neuf au XIII^e^ et treize au XIV^e^, dont quatre communes rurales. Aux XV^e^ et XVI^e^ siècles, le nombre s'accroît dans une forte proportion, et en 1794, sur 440 communes, le Hainaut comptait 365 écoles dans lesquelles l'enseignement était organisé d'une façon plus ou moins complète.

M. Matthieu consacre ensuite plusieurs chapitres aux écoles elles-mêmes, à leur organisation et à leur fréquentation; aux maîtres d'école, au programme de l'enseignement.

Un autre chapitre fait connaître l'état de l'instruction primaire en Hainaut depuis 1794. Enfin, dans une partie spéciale, l'auteur dresse une liste très complète des communes ayant eu une organisation scolaire dans les temps antérieurs.

Le livre de M. Matthieu, fruit de nombreuses recherches dans les archives, est en tous points recommandable.

Ch. Duvivier.

—

Au nom de l'auteur, j'ai l'honneur d'offrir à la Classe des lettres un livre intitulé : *Johann Pupper von Goch*, par M. le Dr Otto Clemen (1).

On sait que Jean de Goch, qui fut à la fin du XVe siècle directeur de conscience d'un couvent de religieuses à Malines, a été l'un des précurseurs de Luther par ses écrits dont le plus important est son traité *De libertate christiana.* C'est pour avoir publié cet ouvrage que le savant secrétaire d'Anvers, Corneille Grapheus, l'ami d'Érasme, d'Albert Dürer et de Thomas Morus, fut poursuivi par l'Inquisition, en 1522.

M. Clemen, dans sa consciencieuse monographie, nous apporte beaucoup de renseignements nouveaux, non seulement sur Jean de Goch et ses ouvrages, mais aussi sur Grapheus et d'autres personnes de son entourage, par exemple sur le mystérieux Nicolas de Bois-le-Duc.

Tous ceux qui, en Belgique et en Hollande, s'occupent de l'histoire de nos humanistes et de nos premiers réformés contemporains d'Érasme, retireront le plus grand profit de la lecture du livre clair et érudit de M. Clemen.

Paul Fredericq.

---

(1) Leipzig, Duncker et Humblot, 300 pages. *(Leipziger Studien aus dem Gebiet der Geschichte.)*

CONCOURS ANNUEL DE 1897.

M. le Secrétaire perpétuel fait savoir qu'il a reçu :

1° Un mémoire portant pour devise : *Dicit Sallustius Cretenses primos invenisse religionem* (Servius in Verg. Aeneid., VIII, 353), en réponse à la question : *On demande une étude, d'après les découvertes des dernières années, sur les croyances et les cultes de l'île de Crète dans l'antiquité.* — Commissaires : MM. Vanderkindere, Alph. Willems et le comte Goblet d'Alviella.

2° Cinq mémoires en réponse à la question : *Quel est le fondement du droit de propriété individuelle? La suppression de ce droit serait-elle compatible avec l'existence d'un État régulièrement organisé et avec le développement de la richesse publique?*

L'auteur analysera et discutera les principales théories socialistes et collectivistes modernes.

Ces mémoires portent les devises suivantes : A. *Suum cuique;* B. *Le défaut d'unité est le signal de la mort; il est également le signal de l'erreur;* C. *Improbos odimus odio civili* (Cicero) ; D. *L'homme est une personne sociable;* E. Λεῖ γὰρ πῶς μὲν εἶναι ποινάς, ὅλως δ'ἰδίας (πτήσεις). Aristote. Politique, l. II, chap. II, 4. — Commissaires : MM. Mesdach de ter Kiele, Denis et Brants.

3° Un mémoire, avec la devise : *Quid deceat, quid non* (Horace, Art poétique) en réponse à la sixième question : *Exposer les théories de la colonisation au XIX^e siècle et étudier le rôle de l'État dans le développement des colonies.* — Commissaires : MM. Denis, Banning et Descamps.

PRIX DE SAINT-GENOIS.

Histoire ou littérature en langue flamande.

(Troisième période : 1888-1897.)

Caractériser l'influence exercée par la Pléiade française sur les poètes néerlandais du XVI^e et du XVII^e siècle.

Aucun mémoire n'est parvenu en réponse à cette question.

RAPPORTS.

La torture aux Pays-Bas autrichiens pendant le XVIII^e siècle; par Eugène Hubert, professeur à l'Université de Liége.

Rapport de M. Prins, premier commissaire.

« Le mémoire de M. Eugène Hubert, sur *La torture aux Pays-Bas autrichiens pendant le XVIII^e siècle*, est une étude historique puisée aux sources officielles et dont l'intérêt et le mérite sont incontestables.

Après tout ce qui a été écrit sur la torture, il devient difficile d'être encore neuf et original en traitant ce sujet. M. Hubert y a pleinement réussi cependant, et en consultant les nombreux écrits publiés sur ces matières, et surtout en recourant à nos archives, si riches en documents sur la question, en mettant à profit les archives de Vienne et du grand-duché de Luxembourg, il a su, en fournissant des détails inédits, retracer avec autant d'exactitude que d'érudition le fonctionnement de cet atroce système de preuve dans nos provinces; il nous fait ensuite assister au grand mouvement d'idées qui peu à peu a soulevé les esprits contre la barbarie de la procédure et qui, aux Pays-Bas autrichiens, a mis les tendances réformatrices du despotisme éclairé aux prises avec l'esprit routinier de nos corps de justice.

Déjà dans le beau travail de M. E. Poullet que vous avez couronné il y a bientôt trente ans, l'éminent et regretté professeur avait consacré des paragraphes importants à la torture; et le dernier chapitre de son savant ouvrage est l'exposé des imperfections et des cruautés de nos institutions pénales au XVIII^e^ siècle, et des tentatives faites pour y remédier.

Reprenant cette fois la question spéciale de la torture et se livrant à de patientes et consciencieuses recherches qui dénotent un travail énorme, M. Hubert a achevé et complété ce que M. Poullet avait commencé et il a apporté ainsi une contribution considérable non seulement à l'évolution du droit pénal, mais encore à la psychologie sociale.

C'est en effet un phénomène absolument extraordinaire et en réalité peu flatteur pour l'humanité, que de voir, sous l'influence du droit romain, la torture faire sa réapparition en Europe, franchir le seuil de nos échevinages et se développer avec des raffinements inouïs de férocité sous l'œil indifférent de magistrats qui, rentrés chez eux, étaient sans doute de fort bons pères de famille. Et non seulement ces magistrats trouvaient cela tout naturel ; non seulement il leur arrivait de boire et de manger à côté des patients qui gémissaient et s'évanouissaient, mais encore ils ont résisté à tous les efforts faits par la législation pour restreindre l'arbitraire de la procédure.

C'est ainsi, M. Hubert le montre, qu'esclaves de la tradition qui exigeait pour la condamnation l'aveu de l'accusé, ils n'observaient pas les dispositions progressives de l'ordonnance de Philippe II de 1570, essayant au moins de supprimer la torture quand, d'après le droit de l'époque, elle ne pouvait avoir aucune utilité, c'est-à-dire quand les preuves contre l'accusé étaient complètes.

C'est ainsi encore qu'ils méconnaissaient l'article 41 de ladite ordonnance, interdisant de remettre à la torture, à moins de nouveaux indices, celui qui y avait résisté sans avouer. Et ils recommençaient plusieurs fois, jusqu'à ce que toute résistance fût brisée.

C'est ainsi qu'ils ne tenaient pas compte de l'usage de ne pas faire durer la question plus d'une heure ; les documents cités par M. Hubert établissent que nos juges appliquaient les supplices 17, 18, 19, 23, 24 heures !

Le 2 juin 1758, à Bruxelles, un accusé fut torturé 29 heures sans interruption. Et en décembre 1767, le drossart de Brabant infligeait à un voleur d'église une torture de 118 heures !

Et, chose plus révoltante encore et que M. Hubert, historien et non juriste, ne fait peut-être pas ressortir avec autant de relief qu'il le faudrait, ces horreurs finissaient par n'être plus que de la sauvagerie inconsciente et ne constituaient même pas des moyens péremptoires de preuve, au sens du droit existant, puisque l'aveu arraché par la douleur physique entraînait l'exécution, mais que la résistance la plus surhumaine aux supplices les plus terribles n'entraînait pas l'acquittement et n'empêchait pas de condamner à toute peine autre que la peine de mort. Le patient qui luttait contre ceux que Voltaire a appelés « les barbares en robe », ne luttait pas pour démontrer son innocence et reconquérir son honneur et sa liberté, mais simplement pour échapper à l'exécution capitale immédiate.

Telles sont les épouvantables pratiques contre lesquelles les protestations se font déjà jour au XVI^e^ et au XVII^e^ siècle et contre lesquelles enfin, au XVIII^e^ siècle, l'autorité essaie de réagir. M. Hubert fait un résumé très méthodique de ce mouvement continu d'opinion et développe avec une grande richesse de preuves les phases diverses de la période pendant laquelle, au XVIII^e^ siècle, le gouvernement autrichien s'efforça d'humaniser la procédure criminelle aux Pays-Bas.

Cet exposé, appuyé sur des documents inédits de nos archives, a le mérite et l'attrait de l'authenticité et de la nouveauté. Nous connaissons, par les travaux du chevalier Van Arneth, les intentions louables et paternelles de Marie-Thérèse, ses hésitations combattues par ses ministres et par son fils, et l'opinion bien arrêtée de ce dernier quant à l'abolition de la torture; nous connaissons aussi la résistance de notre magistrature. Jamais on ne nous a montré avec une telle évidence à quel point cette résistance a été opiniâtre et obstinée.

Quand on songe à l'intensité des abus odieux qu'il s'agissait de supprimer; quand on se rappelle que l'Angleterre depuis un siècle, la Prusse et la Russie, la Bavière, la Saxe, la Suède avaient aboli la torture; quand on lit les avis éclairés des conseillers de la couronne autrichienne, il est humiliant de comparer leurs persévérants efforts et l'esprit public à Vienne, à la situation morale de nos dirigeants; il est humiliant de constater à quel point nos conseils de justice se sont laissé dominer par les préjugés les plus étroits et se sont déclarés rebelles à toute tendance novatrice dans une matière où la voix de l'humanité parlait si haut et où il était si facile de l'écouter. La prudence de Marie-Thérèse, la fermeté de Joseph II, les moyens détournés employés par le pouvoir central, rien n'y fit. Les corps de justice, les uns en ayant souci de ne pas se compromettre, les autres en se montrant ouvertement hostiles, refusent de suivre la cour de Vienne. Joseph II, ayant enfin aboli la torture le 3 avril 1787, dut retirer son édit au bout de cinq mois et il fallut la bataille de Fleurus et la rentrée des Conventionnels dans nos provinces pour faire disparaître définitivement l'épouvantable question de nos codes. Il est juste de rappeler avec M. Hubert que la Hollande, le Hanovre, certains cantons suisses et la Sicile ont mis encore plus de lenteur que nous à la balayer de leur territoire.

Tels sont les faits que l'auteur met en lumière avec une grande netteté, dans un style sobre et clair.

M. Hubert, au début de son étude, dit : « Les jurisconsultes ne proposent pas les réformes, elles se font malgré eux. » M. Hubert a raison. Ce sont les écrivains qui provoquent les réformes. Les juristes ne sont pas novateurs; ils représentent, dans l'organisation sociale, la tradition.

Mais comment se fait-il que pendant la période étudiée avec tant de soin par l'auteur du mémoire, ils aient poussé aussi loin le sentiment de résistance au changement? M. Hubert se borne à constater le fait. M. E. Poullet en a recherché les causes : il a signalé en premier lieu l'absence de ces hommes de lettres qui, en France, savaient donner à leurs pensées vraies ou erronées une forme entraînante et séductrice qui en décuplait l'influence. Il montre ensuite que notre régime national bien différent du régime français, n'avait pas suscité les mêmes haines. Les attaques contre l'ensemble des institutions étant beaucoup moindres, les institutions pénales profitaient de cette situation et étaient épargnées plus qu'ailleurs par l'opinion publique.

Peut-être aussi faudrait-il ajouter que les Belges, engourdis par l'atmosphère paisible que leur créait le gouvernement de Charles de Lorraine, avaient de la peine à se mettre en mouvement. Ce n'est pas la seule fois que l'on a vu dans l'histoire le bonheur et la tranquillité matérielle paralyser l'énergie d'un peuple jusqu'au jour où il est entraîné plus loin qu'il ne le voudrait.

Quoi qu'il en soit, et c'est la conclusion morale qui se dégage du savant travail qui vous est soumis, le sentiment de l'humanité a eu de la peine à éclore en Europe. Il est moins étonnant qu'on ne pourrait le croire de voir cette vérité confirmée si douloureusement, précisément à un moment où la sensiblerie, antithèse du sentiment de l'humanité, était à la mode et où dans les salons, les parcs et les jardins on élevait de petits autels à la sensibilité.

Je conclus à l'impression du mémoire. »

—

Rapport de M. Ch. Duvivier, deuxième commissaire.

« Je me réfère aux considérations pleines de justesse qui ont été développées par M. Prins.

Le travail de M. Hubert présente un grand intérêt et mérite d'être publié ; il est riche de faits, il expose avec netteté et exactitude la législation sur la torture, le rôle que jouait celle-ci dans l'instruction judiciaire, le mouvement de l'opinion en faveur de son abolition, les résistances que rencontra cette suppression.

Il serait banal aujourd'hui d'énumérer au long les atrocités de la torture, dans l'unique vue d'inspirer l'horreur d'une monstrueuse institution introduite dans le système des preuves. Mais le récit des faits ouvre le champ des réflexions, et de celles-ci se dégage un enseignement : pourquoi ces lamentables supplices préalables ont-ils eu une pareille durée et comment ont-ils résisté aux attaques dont ils étaient l'objet, jusqu'au grand bouleversement de la fin du dernier siècle ?

Les abus invétérés finissent par ne plus être envisagés comme des abus, et l'accoutumance suffit à la longue à leur justification. On résiste à l'idée de douter de leur légitimité, celle-ci parait incontestable parce qu'elle a dû être discutée et vérifiée à l'origine de l'institution, et l'on tient peu de compte des progrès réalisés, du changement ou de l'adoucissement des mœurs. Dans sa déclaration du 24 août 1780, Louis XVI dit avec beaucoup de vérité qu'on n'a maintenu, en 1670, la question préparatoire que « par une sorte de respect pour son ancienneté ».

C'est la principale des raisons qui furent données par nos cours de justice lorsque, dans la seconde moitié du XVIII^e^ siècle, elles furent consultées par le gouvernement sur la suppression de la torture.

Elles en ajoutèrent d'autres encore, non moins discutables, et l'une d'elles notamment serait une véritable ironie si elle n'était l'indice d'un état d'esprit assez naturel chez l'homme armé du redoutable pouvoir de disposer de la vie et de l'honneur de ses semblables.

« De quoi, en somme, disait-on, peut se plaindre l'individu mis à la question pour se voir arracher un aveu? N'est-il pas constitué juge dans sa propre cause? » Ainsi, et par ce *judica te ipsum*, se trouvait mise à l'aise la conscience du magistrat.

L'auteur du mémoire va peut-être loin en disant d'une façon générale : « Les jurisconsultes ne proposent pas les » réformes, elles se font malgré eux. » Il est vrai que M. Hubert applique sa remarque aux conseils de justice, dont la mission, strictement réglée, se limite à l'interprétation des lois, et qui sont ainsi voués, par état, à la discussion des applications et non à la recherche des principes.

L'observation est peut-être moins exacte à l'égard des juristes n'appartenant pas à un corps de judicature, plus libres d'allures et qu'aucune discipline n'empêche de se mêler au mouvement des idées.

Ce qui reste vrai, c'est que les grandes réformes sont dues souvent à l'initiative et à la persévérance des écrivains et des penseurs, dégagés de toutes les entraves qui enserrent les juristes dans l'application de la loi.

Je conclus, comme M. le premier commissaire, à l'impression du mémoire. »

M. Brants, troisième commissaire, se rallie aux conclusions des rapports de ses confrères. Celles-ci sont adoptées par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Notes sur les Oiseaux *d'Aristophane* (1); par A. Willems, correspondant de l'Académie.

La comédie des *Oiseaux* est d'une lecture relativement aisée. A part un certain nombre de noms d'oiseaux que, malgré de patients efforts, les spécialistes ne parviennent pas à identifier (2); à part un vers (le vers 63) qui, je le crains, ne sera jamais restitué, par la raison qu'il est impossible de deviner ce qu'il doit signifier; à part un autre vers, très authentique, celui-là, mais qui renferme une énigme dont personne encore n'a trouvé le mot, le reste de la pièce se laisse, ce me semble, assez bien entendre.

Le vers auquel je fais allusion est celui où l'on interroge Méton sur le but de son voyage (vers 994) :

Τίς ἡ 'πίνοια, τίς ὁ κόθορνος τῆς ὁδοῦ.

Sur la foi de Dindorf, on s'accorde à traduire : τίς ὁ κόθορνος ; par *cur tam superbe incedis?* pourquoi cet appareil tragique? N'est-il pas singulier qu'aucun des éditeurs ne se soit avisé du contresens? Quoi, personne n'a remarqué que jamais, chez les anciens Grecs, la chaussure tragique ne s'est appelée κόθορνος ; qu'il faut laisser aux Romains cette appellation; qu'à Athènes le cothurne était la chaussure des femmes, et commode entre toutes, puisqu'elle allait indifféremment aux deux pieds? En attendant, nous ignorons ce que le poète a voulu dire, et bienvenu sera celui qui nous l'expliquera (1).

---

(1) Aristophanis Aves. Annotatione critica, commentario exegetico, et scholiis instruxit Fred.-H.-M. Blaydes. *Halis Saxonum,* 1882, in-8.
Ausgewählte Komödien des Aristophanes, erklärt von Theodor Kock. Die Vögel, 3. Auflage. *Berlin,* 1894, in-8.

(2) J'ai surtout en vue l'ouvrage récent de M. D'ARCY WENTWORTH THOMPSON, *A glossary of greek birds* (Oxford, Clarendon press, 1895, in-8), répertoire très complet de tout ce que l'antiquité nous a laissé de documents, mais où l'auteur, de son propre aveu, s'est montré plus réservé que ses devanciers sur les questions d'identité.

Nous ne rangeons pas, avec M. Kock, parmi les passages désespérés, le suivant (vers 489-492) :

> ὁπόταν μόνον ὄρθριον ᾄσῃ
> ἀναπηδῶσιν πάντες ἐπ' ἔργον, χαλκῆς, κεραμῆς, σκυλοδέψαι,
> σκυτῆς, βαλανῆς, ἀλφιταμοιβοὶ, τορνευτολυρασπιδοπηγοί·
> οἱ δὲ βαδίζουσ' ὑποδησάμενοι νύκτωρ.

Il se peut que je me trompe, mais je ne discerne pas bien la difficulté. Ce sont au contraire les conjectures (οἵ τε, Reiske; εἶτα, Blaydes; ἀποδύσοντες, Kock; ἀποδεξάμενοι, Ludwich) que je ne parviens pas à m'expliquer.

---

(1) N'a-t-on affaire que d'une conjecture? Rien de plus facile à trouver. S'il est vrai, ce dont je doute, que Lucien a imité ce passage dans son *Ménippe* (2) : τίς ἡ ἐπίνοιά σου τῆς καθόδου ἐγένετο, τίς δὲ ὁ τῆς πορείας ἡγεμών; il n'y aurait qu'à lire, par allusion aux vers 7, 15 et 1174 : τίς ὁ κολοιός; « Quel est le choucas qui t'a montré la route? » Le κολοιός d'Aristophane serait devenu le ἡγεμών de Lucien. Mais le texte est bien établi. Il s'agit de l'interpréter, non de faire montre d'ingéniosité. Les conjectures, pour emprunter un mot à notre poète, sont un aimable et docte jeu, mais, à de rares exceptions près, elles ne sont que cela.

Voici la traduction littérale : « Dès que le coq fait entendre son chant d'aubade, tous sautent en pied pour vaquer à leurs travaux, forgerons, potiers, corroyeurs, cordonniers, baigneurs, fariniers, tourneurs en lyres, fabricants de boucliers; tandis que d'autres (1) se chaussent et se mettent en route qu'il fait encore nuit. » Cela est-il si difficile à entendre? et y a-t-il lieu de s'arrêter aux objections de M. Kock? — Qui sont ces autres? dit-il. — Dame, tous ceux que leur besogne ne retient pas au logis, maçons, laboureurs, voyageurs, citoyens se rendant à l'ecclésie (*Ecclés.*, vers 740), dicastes attendus au tribunal (*Guêpes*, vers 218), etc. Tous ceux-là font comme la citoyenne zélée de l'*Ecclésie des femmes* (vers 30) : ils se chaussent au saut du lit et vont à leurs occupations. — Pourquoi dès la nuit? demande encore M. Kock. — Parce qu'ils obéissent au premier signal (ὁπόταν μόνον ᾄσῃ) de leur roi, et que le jour n'a pas encore lui quand le coq fait entendre son premier, ni son deuxième, ni même son troisième chant (2). On conçoit qu'Aristophane n'ait pas songé à expliquer cela.

---

(1) Οἱ δὲ, pris absolument dans le sens de *d'autres*, comme s'il était précédé de οἱ μὲν, est un idiotisme fréquent. Cf. *Caval.*, 600; *Nuées*, 396; *Ois.*, 530. On remarquera que οἱ μὲν, ici sous-entendu devant χαλκῆς, κεραμῆς, etc., comprend à dessein le groupe des professions sédentaires.

(2) Cf. *Ecclés.*, vers 31, à mettre en rapport avec le vers 50; Théocrite, XXIV, 63. Entre vingt exemples, il suffit de citer ici le vers 741 des *Ecclés.*, où les mêmes mots se trouvent rapprochés :

πολλάκις ἀναστήσασά μ' εἰς ἐκκλησίαν
ἀωρὶ νύκτωρ διὰ τὸν ὄρθριον νόμον.

Pour le dire en passant, c'est d'après ce dernier vers que Porson a

Quand je dis que le reste de la pièce s'entend sans trop de peine, je suis loin de prétendre que la lumière soit faite partout. Des difficultés, il en reste et il en restera probablement toujours. Fort souvent, il est vrai, elles sont du fait des éditeurs, trop portés à déclarer inintelligible ce qu'ils n'entendent pas du premier coup. Comme presque toujours une conjecture en appelle une autre, il s'ensuit une confusion qui cesserait si l'on en revenait simplement à la leçon des manuscrits. Mais eussions-nous sous les yeux le texte même du poète, il n'en demeurerait pas moins bon nombre d'obscurités. Il faudrait, pour qu'il en fût autrement, que le lecteur sût tout ce que savait le spectateur athénien, et sentît en tout comme lui. Malheureusement, nous n'en sommes pas là. Mais c'est là qu'il faut viser. Le plus souvent, c'est affaire de sagacité bien plus que d'érudition. Tel, n'ayant d'autre guide que son tact et son goût, verra clair là où les savants de profession se sont fourvoyés. Pour peu qu'il ait quelque pénétration, tout lecteur attentif d'Aristophane peut donc, dans la mesure de ses talents, aider à l'éclaircir. C'est ce que nous avons tenté de faire dans les quelques notes qui vont suivre.

---

substitué, dans notre passage, à la leçon de tous les manuscrits : ὁπόταν νόμον ὄρθριον ᾄσῃ. On ne voit pas ce que le texte gagne à cette prétendue correction. Ὁπόταν ou ἐὰν μόνον, *dès que,* n'est-il pas grec, ainsi que l'adverbe ὄρθριον? Dans une tirade d'une emphase toute tragique et où les mots ronflants sont de rigueur, le poète s'avise de dire que le coq éveille les gens « en chantant son nome orthrien ». Est-ce une raison de le chicaner pour avoir écrit simplement ailleurs : « dès que le coq chante à l'aube? » Ne confondons pas les tons, dirons-nous avec Sainte-Beuve, le goût est dans ces distinctions fines.

Vers 76-78. τότε μὲν ἐρᾷ φαγεῖν ἀφύας Φαληρικάς...
ἔτνους δ' ἐπιθυμεῖ...

Meineke remplace τότε μὲν, leçon de tous les manuscrits, par ὅτε μὲν, conjecture que MM. Kock et Green n'hésitent pas à introduire dans le texte. Déjà Hamaker avait proposé χὤτε, et M. Blaydes est tenté de lire ποτὲ.

Voici deux textes de Platon qui tranchent la question en faveur des manuscrits. *Phædr.*, 261 D : τότε μὲν δίκαιον, ὅταν δε βούληται, ἄδικον. *Gorg.*, 518 A : τότε μέν μοι δοκεῖς μανθάνειν ὅτι λέγω... ἥκεις δὲ ὀλίγον ὕστερον λέγων...

Il y aurait lieu à bien des remarques de ce genre, mais qui seraient de peu d'intérêt pour nos lecteurs. J'ai voulu, dès le début de la pièce, montrer par un exemple combien il importe de se tenir en garde contre la manie de certains éditeurs d'amender à tort et à travers les textes. Heureuses ces prétendues corrections, quand elles n'ont trait, comme ici, qu'à des vétilles grammaticales, et n'altèrent pas gravement le sens !

L'entrée du chœur (vers 267-304).

L'Épops (la huppe) a convoqué les oiseaux, pour leur faire part des propositions des deux Athéniens. Ici commence la Parodos, c'est-à-dire l'entrée du chœur.

Le premier oiseau qui répond à l'appel est le phénicoptère, dont il est fait mention ici pour la première fois en grec. Aristophane le donne pour un oiseau des lacs, détail qui n'est pas sans importance, comme nous allons le voir. Le deuxième, c'est le Mède, qu'on identifie à tort avec le coq. Le troisième est un oiseau dont on ne nous dit pas le nom, mais proche parent de l'épops. Enfin, le quatrième est désigné sous le nom de κατωφαγᾶς, proprement « celui qui mange en portant bas la tête » (cf. le κατωβλέπων, taureau d'Afrique à tête pendante) ; on traduit d'ordinaire « le glouton », comme s'il y avait καταφαγᾶς, et de fait, quoique différentes, les deux idées arrivent ici au même sens.

Je dis que c'est à tort que les interprètes ont identifié le Mède avec le coq. En effet, à qui fera-t-on accroire qu'en voyant paraître un coq, des Athéniens hésitent à le reconnaître, alors que le coq était si commun en Grèce, qu'on l'appelait simplement ὄρνις, « l'oiseau » par excellence. Notez qu'ils viennent précisément de faire allusion aux combats de coqs (vers 70) qui avaient lieu journellement à Athènes. Cette preuve à elle seule suffit. J'ajouterai toutefois que le coq était aussi connu sous le nom de περσικὸς ὄρνις ; et s'il était l'oiseau de Perse, il n'était donc pas l'oiseau de Médie. Car en telle matière on n'use pas de synonymes. Qui s'aviserait, en français, au lieu d'un cheval anglais, d'un fromage suisse, du blé de Turquie, de dire un cheval britannique, un fromage helvétique, du blé ottoman? Et cela est si vrai que précisément μῆλον περσικόν désigne la pêche, et μῆλον μηδικόν le limon. Le scholiaste ne s'y est pas trompé, lui qui se demande : Existe-t-il réellement un oiseau qui s'appelle mède? ζητεῖται δὲ εἰ ὄντως καλεῖταί τις ὄρνις μῆδος.

J'ai une explication beaucoup plus simple à proposer. Le chœur comique, qu'il fût disposé par rangs ou par files, avait toujours quatre chefs de file. Ce seraient ces quatre choreutes, c'est-à-dire le coryphée et ses trois parastates, qu'Aristophane ferait entrer un à un dans l'orchestre. Le phénicoptère, le premier, si peu connu à cette époque qu'il pouvait passer pour un oiseau fabuleux; puis les trois autres, simples créations de la fantaisie du poète, pour lui fournir matière à de bons mots. Les commentateurs me paraissent bien bons, qui se donnent du mal pour spécifier ce que pouvait être le catophagas, ou le Mède, ou l'espèce de huppe descendant de l'épops.

Le Mède, pour moi, c'est le chef du chœur (1). Le choix des épithètes l'indique clairement. Aucune d'elles ne s'applique au coq. « Un autre oiseau ! » s'écrie Evelpide. — « Un autre, en effet, répond Pisthétaire, et qui tient une place à part. Qu'est-ce donc que ce devin des Muses, cet oiseau singulier, gravisseur de montagnes? »

> νὴ Δί ' ἕτερος δῆτα χοὖτος ἔξεδρον χώραν ἔχων·
> τίς ποτ ' ἔσθ' ὁ μουσόμαντις ἄτοπος ὄρνις ὀρειβάτης;

Ἔξεδρον χώραν ἔχων ne peut signifier, comme on l'interprète d'habitude, « venant de l'étranger » ou « ayant pour patrie l'étranger » (et le phénicoptère, d'où venait-il?), mais : « occupant une place spéciale, à part des autres »; et c'était bien ainsi qu'était placé le coryphée, lequel, en sa qualité de chef de musique, était en même temps le μουσόμαντις, l'interprète des Muses. Car c'est en vain qu'on a cherché à donner à cette épithète un autre sens. Quand on aura montré, par des textes de Pline et d'Élien, que le coq prédit les changements de temps, privilège qu'il partage d'ailleurs avec la chouette, la grue et bien d'autres oiseaux, quel rapport cela a-t-il avec notre passage, à moins qu'on ne prétende que les Muses présidaient aux variations de la température?

---

(1) Peut-être était-il connu à Athènes sous ce sobriquet. Ainsi s'expliquerait le quolibet qui suit : « Comment, s'il est Mède, a-t-il volé jusqu'ici sans chameau? » Plaisanterie peu digne d'Aristophane, mais qui sans doute contenait une allusion, transparente pour les spectateurs, à quelque anecdote toute personnelle.

Enfin, l'épithète d'ὀρειβάτης n'est pas moins significative. Il est évident que le coryphée est allé se placer sur une éminence. Où? Est-ce sur la thymélé (Pollux, IV, 123 : ἡ θυμέλη, εἴτε βῆμά τι οὖσα εἴτε βωμός)? Est-ce sur les gradins menant à la scène? Le texte ne le dit pas. Mais il est certain que le coryphée, qui dialoguait avec les acteurs, qui dirigeait les chants et les danses du chœur, occupait une place en vue et dominait l'orchestre.

J'entends bien que pour justifier l'épithète d'ὀρειβάτης appliquée au coq, on cite le vers 836 : ὡς δ'ὁ θεὸς ἐπιτήδειος οἰκεῖν ἐπὶ πετρῶν. Mais ce vers, d'ailleurs mal traduit, ne prouve rien. « Qui donc, demande-t-on, occupera la citadelle de la nouvelle Néphélokokkygie? » — « Un oiseau de race persique, répond Pisthétaire, un poussin d'Arès. » — « O poussin, mon maître, s'écrie Evelpide, non moins que le dieu, tu es fait pour habiter sur des roches! » Ce qui veut dire simplement que le coq, le grand batailleur, convient autant qu'Arès pour veiller sur la citadelle. Car « les roches » ne signifient autre chose que l'Acropole.

Et si le Mède s'est posé sur une éminence, c'est le cas également pour l'oiseau qui suit, la pseudo-huppe; car on ne s'explique pas autrement le vers :

ἕτερος αὖ λόφον κατειληφώς τις ὄρνις οὑτοσί.

Qu'il y ait là une allusion à la touffe de plumes qu'il porte sur la tête, je n'y contredis pas. Mais si le poète avait uniquement voulu dire : affublé d'une huppe, il se serait servi d'un autre verbe que καταλαμβάνειν, l'expression λόφον κατειληφώς ayant le sens très précis de : ayant pris, occupé une crête (cf., entre autres, *Lysistr.*, vers 263). D'ailleurs la particule αὖ, *à son tour,* indique bien que l'oiseau a fait comme celui qui l'a précédé, et il n'est pas même dit du Mède qu'il soit paré d'une crête. Suivant moi, la pseudo-huppe serait le chef du demi-chœur, le premier des choreutes après le coryphée.

Les deux autres oiseaux, le phénicoptère et le catophagas, prennent place simplement dans l'orchestre. Aristophane le fait clairement entendre du premier, en le désignant comme un oiseau lacustre.

On a soulevé, à propos du chœur des *Oiseaux,* une difficulté à laquelle on aurait tort, je crois, d'attacher de l'importance. Nous savons par des témoignages anciens que le chœur comique comprenait vingt-quatre choreutes. Mais on ne dit pas que ce nombre fût invariable. Dans les *Oiseaux* il y en a vingt-huit. Qu'est-ce que cela prouve? Simplement que ce chiffre de vingt-quatre, exigé par la tradition et par l'usage, pouvait être dépassé, pourvu que le chorège souscrivît à ce surcroît de frais. Par respect pour la vraisemblance, Aristophane introduit son chœur dans l'orchestre, non en corps, mais σποράδην, au hasard et sans ordre, éparsement, comme disaient les anciens : d'abord quatre (un à un), puis encore quatre (vers 297-298), puis deux (vers 299-301), puis dix-huit (vers 302-304). Ceci une fois admis, et il n'y a pas moyen de le contester, il va de soi, ce me semble, que les plus habiles choreutes, ceux dont la mimique était le plus expressive, se trouvaient marqués pour entrer les premiers.

En tous cas, pour rencontrer une hypothèse qui a reçu l'assentiment de M. M. Croiset (1), cet office n'est pas de ceux qu'on confie à des joueurs de flûte (2).

Reste à expliquer un dernier passage. Nous avons vu que trois des oiseaux mentionnés ci-dessus sont munis de crêtes ou de huppes, et que deux se sont posés sur une éminence. Le poète, jouant sur les diverses acceptions du mot λόφος (éminence, crête, cimier, aigrette, panache), fait dire à Pisthétaire : « D'où vient, après tout, que les oiseaux affectent ainsi les crêtes? Sont-ils venus pour le diaule? » entendant par là qu'ils font l'effet d'athlètes se préparant à courir le δίαυλος ὁπλίτης, la course armée, où l'on avait la tête couverte d'un casque. L'épops répond (vers 292) :

ὥσπερ οἱ Κᾶρες μὲν οὖν
ἐπὶ λόφων οἰκοῦσιν, ἀσφαλείας οὕνεκα.

Pour comprendre cette boutade, il faut se rappeler deux particularités : la première, que les Cariens avaient une réputation de lâcheté bien établie, et dont faisait foi maint proverbe; la seconde, que l'invention des aigrettes et plumets qu'on mettait sur les casques était due aux Cariens (Hérodote, I, 171), d'où le surnom de « coqs » qui leur était donné par les Perses (Plutarque, *Artax.*, 10).

---

(1) *Histoire de la littérature grecque*, t. III, p. 482.

(2) Si l'on tient pour invariable ce chiffre de vingt-quatre choreutes, il est plus simple de transformer en musiciens les quatre oiseaux mentionnés vers 297-298, la perdrix, le francolin, le pénélops et l'alcyon, lesquels alors, suivant l'usage, marcheraient à la tête du chœur (Cf. le vers 299 : ὄπισθεν αὐτῆς).

Maintenant, que signifient les mots : ἐπὶ λόφων οἰκοῦσιν ? Il est bien vrai qu'à première vue, et c'est une malice du poète, ils semblent vouloir dire : « Ils habitent sur des crêtes. » Mais οἰκεῖν n'a pas que le sens d'habiter, il a aussi le sens de *vivere, degere,* c'est-à-dire *vivre;* et, d'autre part, ἐπὶ, avec le génitif, a également un sens spécial, celui de *fultus,* en français : *appuyé sur, protégé par.* Ainsi Hésiode, parlant des Gorgones : ἐπὶ δὲ χλωροῦ ἀδάμαντος βαινουσέων (*Boucl. d'Hér.*, 231); Sophocle, *OEd. Col.*, 746 : κἀπὶ προσπόλου μιᾶς χωροῦντα ; enfin Euripide, *Phénic.*, 1476 :

εὖ δέ πως προμηθίᾳ
καθῆστο Κάδμου λαὸς ἀσπίδων ἔπι,

ce que le scholiaste explique : ἀντὶ τοῦ ἐν ὅπλοις, τουτέστιν ἔνοπλος, comme dans notre passage ἐπὶ λόφων pourrait s'expliquer par λοφῶντες. Même en prose, Lysias emploie l'expression ἐπὶ προστάτου ᾤκει, *il habitait, il vivait sous la protection d'un prostate* (187, 30. et 188, 9).

Et c'est aussi ce que répond l'épops : « Dis plutôt, mon brave, que, comme les Cariens, ils vivent à l'abri de crêtes, par mesure de sûreté », ou, plus librement : « Ils font comme les Cariens : s'ils ne quittent pas leurs crêtes, c'est en vue de leur sûreté. » Ce jeu d'esprit peut nous sembler tiré de loin, mais n'oublions jamais que le public auquel s'adressait Aristophane était au courant et comprenait à demi-mot.

Qu'est-ce que l'insecte appelé Serphos?

Aristophane fait trois fois mention du σέρφος : *Oiseaux*, 82 et 569; *Guêpes*, 352. Il n'y a rien à tirer des deux passages des *Oiseaux*, tout autre insecte très petit pouvant aussi bien convenir. Mais le texte des *Guêpes* est caractéristique. Le chœur engage Philocléon, étroitement gardé dans la maison de son fils, à s'enfuir, ajoutant : « Il doit y avoir quelque pertuis que tu puisses élargir du dedans. » — « Tout est barricadé, répond Philocléon; de pertuis il n'y en a pas, de quoi livrer passage à un serphos. »

Si nous consultons les dictionnaires, ils nous donnent le choix entre le moucheron (κώνωψ) et la fourmi (μύρμηξ), ce qui est évidemment inexact. Commençons par écarter le moucheron, que le texte cité des *Guêpes* met définitivement hors de cause. Et quant à la fourmi, le proverbe suivant, cité par Suidas et l'*Anthologie*, prouve que si les Grecs aimaient à la rapprocher du serphos, ils ne laissaient pas de les distinguer : ἔστι κἀν μύρμηκι κἀν σέρφῳ χολή, « même une fourmi, même un serphos ont de la bile ».

Il faut donc chercher ailleurs, et d'abord recueillir avec soin les témoignages de l'antiquité. Malheureusement ils sont rares et manquent de clarté. Les voici au complet :

Le scholiaste des *Guêpes*, 352 : ἔστι θηρίδιόν τι μικρόν. Κράτης δὲ μύρμηκά φησι τὸν σέρφον. Οἱ δὲ ζωύφιον κωνωπῶδες.

Photius : σέρφοι, οἱ πτερωτοὶ μύρμηκες, οὓς ἡμεῖς νύμφας· οὕτω Δίδυμος. Κάσσιος δὲ Λογγῖνος, σέρφος πτηνόν τι μικρὸν κώνωπι ἐμφερὲς κατὰ τὸ μέγεθος . στέρφνους φησὶν εἶναι τοὺς πτερωτοὺς μύρμηκας.

Le scholiaste des *Oiseaux*, 82 : σέρφος σκωληκῶδες ζωύφιον ἢ μυρμηκῶδες· ταῦτα δὲ νέμονται τὰ ὄρνεα. Νικοφῶν ἐν Ἀφροδίτης Γοναῖς·

> ἅπερ ἐσθίει ταυτὶ τὰ πονήρ᾽ ὀρνίθια,
> σέρφους ἴσως, σκώληκας, ἀκρίδας, πάρνοπας.

Laissons cette dernière scholie, où l'explication est évidemment suggérée par les vers cités de Nicophon. Les deux autres textes peuvent se résumer en ceci : 1° pour Cratès, le serphos est une fourmi ; pour d'autres, un petit animal de la nature du moucheron ; 2° Didyme prétend que le serphos est une fourmi ailée, tandis que Cassius Longinus le donne pour un petit insecte ailé de la taille du moucheron, distinguant entre le serphos et le sterphnos, lequel est bien la fourmi ailée.

Or il est un insecte qui répond de tous points à ces indications : c'est le termite. Les naturalistes nous apprennent qu'à côté des espèces importées de l'Extrême-Orient, il en existe une, indigène à la Grèce, et dont le nom ancien ne nous est pas autrement connu. Le termite est en effet de la taille du moucheron ; la femelle est ailée comme celle de la fourmi, et l'analogie avec ce dernier insecte est telle, qu'on le connaît en français sous le nom de fourmi blanche (1).

---

(1) Voir la figure dans Sicard, *Éléments de zoologie*. Paris, 1883, p. 414.

544. Σὺ δέ μοι κατὰ δαίμονα καὶ κατὰ συντυχίαν
ἀγαθὴν ἥκεις ἐμοὶ σωτήρ.
Ἀναθεὶς γὰρ ἐγώ σοι
τά τε νοττία κἀμαυτὸν οἰκήσω.

La fin de cette strophe est altérée dans les manuscrits. Le verbe οἰκεῖν, ainsi mis seul, n'offre pas de sens, et de plus οἰκήσω pèche contre la quantité. Il faut — ∪ — — G. Hermann propose οἰκετεύσω (d'après Euripide, *Alc.*, 449); M. Kock, οἰκιῶ σε. Je laisse là d'autres conjectures, entre autres celle de Blaydes, qui ne valent pas la peine d'être relevées.

Οἰκετεύσω, *j'habiterai,* satisfait au mètre, mais non au sens. Autant en dirai-je de οἰκιῶ σε. « Tu vins vers moi en libérateur. *Car,* après t'avoir confié mes petits et moi-même, *je t'offrirai une habitation* » est illogique. Le sens réclame : *je vivrai en paix, je vivrai une heureuse vie,* — *Secure degam,* comme l'a rendu Brunck, et d'après lui tous les traducteurs.

Ce sens, nous l'obtenons en lisant εὖ νεμοῦμαι. La conjecture est hardie, j'en conviens, et je la donne pour ce qu'elle vaut. Mais étant donné que οἰκήσω n'entre point dans le vers, on ne peut y voir qu'une glose explicative, introduite mal à propos dans le texte. Et si c'est en effet une glose, il me semble que le mot dont elle a pris la place est tout indiqué. C'est le synonyme poétique de οἰκεῖν, c'est-à-dire νέμεσθαι (Comparez ἕτερον αἰῶνα οἰκήσομεν d'Euripide, *Iphig. Aul.*, 1507, avec ἄδακρυν νέμονται αἰῶνα de Pindare, *Ol.*, II, 66; ou bien οἰκεῖν εὐδαιμόνως de Platon, *Polit.*, 301 D, avec ἀσυχᾶ νεμόμενος de Pindare, *Pyth.*, XI, 55).

769. τοιάδε κύκνοι
τιὸ τιὸ τιὸ τιὸ τιὸ τιὸ τιοτίξ
συμμιγῆ βοὴν ὁμοῦ
πτεροῖς κρέκοντες ἴακχον Ἀπόλλω,
τιὸ τιὸ τιὸ τιοτίξ
ὄχθῳ ἐφεζόμενοι παρ᾽ Ἕβρον ποταμὸν,
τιὸ τιὸ τιὸ τιοτίξ,
διὰ δ᾽αἰθέριον νέφος ἦλθε βοά·
πτῆξε δὲ ποικίλα φῦλά τε θηρῶν,
κύματά τ᾽ἔσβεσε νήνεμος αἴθρη,
τοτοτοτοτοτοτοτοτοτίξ·
πᾶς δ᾽ἐπεκτύπησ᾽ Ὄλυμπος·
εἷλε δὲ θάμβος ἄνακτας· Ὀλυμπιάδες δὲ μέλος Χάριτες
Μοῦσαί τ᾽ἐπωλόλυξαν
τιὸ τιὸ τιὸ τιοτίξ.

Ouvrez n'importe quelle traduction, vous verrez que cette strophe a été rendue comme s'il s'agissait d'un hymne de fête chanté par un chœur de cygnes en l'honneur d'Apollon. C'est ainsi, en effet, que l'expliquent les commentateurs, et le plus récent, M. Kock, part même de là pour trancher par l'affirmative la question si controversée du chant du cygne.

A mon avis, rien n'est plus inexact, et le contresens est d'autant plus grave qu'il porte, non sur un mot ou une phrase isolée, mais sur tout le morceau, dont il dénature complètement l'esprit et la portée. Ce n'est pas le chant, c'est le cri, rien que le cri, du cygne qui fait le sujet de cette strophe.

Il est essentiel de noter que l'ode entière, c'est-à-dire la strophe qui précède (vers 737-751) et celle-ci, qui forme l'antistrophe, compose cette partie de la parabase ordinairement consacrée à la louange des dieux. Telle est bien l'intention d'Aristophane; mais il fait une distinction très marquée entre les deux formes sous lesquelles se produisait la piété des chœurs religieux, l'hymne d'une part, la clameur sacrée de l'autre. Dans la strophe, les oiseaux chantent des hymnes à Pan et à Cybèle. Dans l'antistrophe, les cygnes ne chantent point, ils font entendre, en l'honneur d'Apollon, l'ὀλολυγή, c'est-à-dire l'espèce de hurlement sacré qu'Hérodote (IV, 189) faisait remonter aux Libyens, cette ululation dont il est question déjà dans Homère (*Il.*, VI, 301), et qui retentissait dans les temples, en signe, tantôt de douleur, tantôt de joie (1).

Le choix des expressions, dont les traducteurs atténuent à plaisir le sens, l'indique suffisamment. Le mot βοή deux fois répété; l'épithète συμμινής, au lieu de σύμφωνος, ou συνῳδός; le verbe ἰακχεῖν, et non ᾄδειν, ὑμνεῖν ou μολπάζειν; πτήσσειν, marquant, non l'étonnement, mais la plus haute expression de la terreur; θάμβος, indiquant, non l'admiration, mais la surprise mêlée d'effroi, la stupeur; enfin et surtout ἐπολολύζειν, qu'on rend par chanter, faire retentir, mais qui signifie : répondre par une ὀλολυγή, c'est-à-dire par des cris, par une clameur (cf. ἐπαλαλάζειν, ἐπᾴδειν, ἐπαυλεῖν, etc.). Et qu'on ne nous oppose pas le mot μέλος, comme s'il signifiait chant, mélodie; car μέλος, de même que le latin *carmen,* ou le français *accents,* s'applique à tout son de voix, même inarticulé (cf. Sophocle, *Ajax,* 976, βοῶντος μέλος; Euripide, *El.*, 756, μέλος βοῆς, etc.). Il est construit ici avec ἐπολολύζειν, de la même manière que dans ce passage d'Eschyle (*Choéph.*, 930) :

---

(1) Il est intéressant de rapprocher du morceau d'Aristophane la strophe suivante d'un chœur des *Héraclides* (vers 777-783), où la distinction est également faite entre les ἀοιδαὶ μολπαί τε d'une part, et les ὀλολύγματα de l'autre :

ἐπεί σοι πολύθυτος ἀεὶ
τιμὰ κραίνεται...
νέων τ'ἀοιδαὶ χορῶν τε μολπαί.
ἀνεμόεντι δέ γ' ἐπ' ὄχθῳ
ὀλολύγματα παννυχίοις ὕπο παρ-
θένων ἰαχεῖ ποδῶν κρότοισιν.

> ἐπολολύξατ' ὤ, δεσποσύνων δόμων
> ἀναφυγὰς κακῶν.

Tout d'ailleurs, dans le tableau tracé par le poète, est conforme à la réalité. D'abord le lieu de la scène : c'est à l'extrême nord, dans la partie la plus désolée de la Thrace, cette Sibérie des Grecs, c'est sur les bords de l'Èbre, la Maritza actuelle, — Ἕβρον πὰρ ποταμὸν, ἐγγύθεν ἄρκτω (1) — qu'on nous montre les cygnes entonnant leur sauvage concert. C'est en effet dans ces régions, et sur les côtes du Pont-Euxin, que ces oiseaux, originaires du cercle polaire, aiment à hiverner. Quand, dans ces mornes solitudes, éclate soudain le cri sauvage d'une troupe de cygnes, ce cri formidable qu'on a comparé au son de la trompette, l'effet est saisissant et tel que celui qui en a été témoin une fois ne l'oublie jamais. Une angoisse vous assaille et vous serre le cœur, les animaux pris de crainte s'arrêtent interdits, et il semble, comme le dit le poète, que les choses elles-mêmes demeurent inertes et s'emplissent d'une sorte de stupeur.

---

(1) Théocrite, VII, vers 112.

Ce qu'on ne saurait assez admirer, c'est comment le merveilleux artiste, après s'être plu à peindre en des vers d'une grâce et d'une suavité incomparables, le chant du rossignol et de ses émules, « ces ambrosiennes mélodies où vient s'alimenter Phrynichos et en tirer sans cesse quelque doux chant », comment il réussit, en se pliant aux mêmes rythmes, à la même coupe de vers, à évoquer en quelques traits frappants la vision grandiose d'une troupe de cygnes fendant la nue de ses cris et répandant au loin l'effroi.

Voici un calque aussi fidèle que possible de cette strophe, dont on ne peut apprécier la beauté que dans l'original, car elle défie toute traduction :

Tels aussi les cygnes,
tiotio tiotio tiotio tiotinx,
mêlant leurs cris et
claquant des ailes, lancent une clameur de fête à Apollon,
tiotio tiotio tinx,
assis sur la berge au long de l'Èbre,
tiotio tiotio tinx.
Et leur cri passe à travers la nue éthérée,
et se blottissent les tribus bigarrées des bêtes,
et un calme s'étend sur les flots dans le silence des vents,
tototo tototo tototo tinx.
L'Olympe en résonne tout entier.
Une stupeur saisit les dieux. Et les Charites à ces accents et les
Muses olympiennes répondent par une clameur pareille,
tiotio tiotio tinx.

823. Καὶ λῷστον μὲν οὖν
τὸ Φλέγρας πεδίον, ἵν' οἱ θεοὶ τοὺς γηγενεῖς
ἀλαζευόμενοι καθυπερηκόντισαν.

Il y a longtemps que ce passage a paru suspect aux éditeurs. *Verba aut defecta aut interpolata,* disait déjà Dindorf. M. Haupt, qui en a fait une étude spéciale, les écarte, en vertu de deux raisons, qu'il juge décisives, mais qui me semblent aussi peu fondées l'une que l'autre.

« D'abord, dit M. Haupt, la combinaison καὶ -μὲν οὖν est impossible. » Impossible est bientôt dit; du moins faudrait-il expliquer pourquoi. Μὲν οὖν, chacun le sait, signifie *imo vero, quidni potius, ut rectius dicas* (cf., entre autres, le vers 292, expliqué ci-dessus), en français : *bien plutôt, mieux que cela.* Qu'est-ce qui empêche de mettre καί devant? Et, de fait, prenons le début de l'*OEdipe à Colone.* OEdipe ignore en quel lieu il se trouve. « Nous allons le savoir, dit Antigone, car j'aperçois quelqu'un venant de ce côté. » — « Approche-t-il? fait-il diligence? » Sur quoi Antigone (vers 31) :

Καὶ δὴ μὲν οὖν παρόντα.

« Bien mieux, le voilà tout porté. » — Dans les *Perses* d'Eschyle, le chœur s'écrie : παπαῖ, παπαῖ. Alors Xerxès (vers 1000) :

Καὶ πλέον ἢ παπαῖ μὲν οὖν.

« C'est plus que papaië qu'il faut dire. » Passage tout à fait pareil au nôtre.

Le second argument de M. Haupt est plus faible encore. Λῷστος, prétend-il, n'est pas du vocabulaire de la comédie. Qu'est-ce à dire? Λῷστος est de l'excellent grec; le poète n'est-il pas libre d'en user comme il l'entend? M. Haupt cite lui-même un fragment du comique Téléclide, où le mot, dit-il, est employé dans un sens emphatique. Eh bien! c'est le cas de notre passage : rien n'empêche de le rendre par un terme non moins emphatique : *le plus insigne, le plus fameux, le plus mirifique.*

Et voilà les raisons qui, répétées de confiance, risquent de faire condamner définitivement ces vers. M. Kock, après avoir cité les objections de M. Haupt, ajoute que toutes les tentatives d'émendation ont échoué jusqu'ici. Souhaitons qu'il en soit de même à l'avenir. Quant à M. Blaydes, il n'hésite pas à dire qu'ils sont « une addition inepte de quelque grammairien ». Il faudrait le féliciter, ce grammairien, car le trait qu'on lui attribue compte parmi les plus piquants de la pièce. Jamais Aristophane ne s'est montré à la fois plus spirituel et plus irrespectueux des traditions religieuses de son pays. Jugez-en :

Evelpide. C'est bien cette même Néphélokokkygie où sont situés les grands biens de Théogène et tous ceux d'Eschine (1)?

Pisthétaire. Et que ne cites-tu plutôt, chose nonpareille, la plaine de Phlégrée, où les dieux dans leur jactance déconfirent les Géants fils de la Terre?

---

(1) Les biens fantastiques des deux plus grands hâbleurs d'Athènes.

La scène du Poète et de Pisthétaire (vers 941-957).

L'étourderie d'un copiste, qui a transformé en nom propre un nom commun, est cause que la scène la plus artistement composée peut-être du théâtre d'Aristophane, se trouve complètement défigurée dans toutes les éditions.

Il faut la relire en entier, cette scène où le Poète (il n'est pas autrement désigné) vient chanter la gloire naissante de Néphélokokkygie, et se fait octroyer pour prix de ses chants une pelisse. Mais la pelisse ne lui suffit pas : il voudrait obtenir en outre une tunique, et pour arriver à ses fins il imagine de parodier trois vers de Pindare.

Pindare, nous dit le scholiaste, avait reçu de Hiéron un attelage de mules. Dans le remerciement qu'il adressait au roi, il avait glissé ces vers, où il l'invitait à mots couverts à lui faire cadeau aussi d'un char :

νομάδεσσι γὰρ ἐν Σκύθαις
ἀλᾶται στρατῶν (1)
ὃς ἀμαξοφόρητον οἶκον οὐ πέπαται.

« Chez les Scythes nomades on bannit des hordes celui qui ne possède pas une demeure juchée sur un chariot. »

Le Poète des *Oiseaux* fait servir à son dessein ces vers, passés sans doute en dicton, et se bornant à y changer deux mots : « Chez les Scythes nomades, dit-il, on bannit des hordes celui qui ne possède pas un vêtement fait au métier. »

---

(1) La même expression se lit ailleurs dans **Pindare**, *Ol.*, I, 58 : εὐφροσύνας ἀλᾶται ; *Ném.*, VIII, 4 : καιροῦ μὴ πλαναθέντα. Cf. aussi **Euripide**. *Troy.*, 642 : ψυχὴν ἀλᾶται τῆς πάροιθ' εὐπραξίας.

νομάδεσσι γὰρ ἐν Σκύθαις
ἀλᾶται στρατῶν
ὃς ὑφαντοδόνατον ἔσθος οὐ πέπαται.

Cela est simplement exquis, et porte le caractère du plus pur atticisme. Mais voilà qu'un copiste maladroit s'avise d'écrire Στράτων, avec une majuscule, et à sa suite tous les éditeurs. D'où ce sens : « Il erre chez les Scythes nomades, Straton, qui ne possède pas... »

Straton! Qu'est-ce que Straton? Comment se fait-il que le scholiaste n'en souffle mot, lui qui avait sous les yeux le texte même de Pindare? Ce doit être, dit-on, quelque écuyer de Hiéron. Comment les spectateurs pouvaient-ils le deviner? Et puis, voyez-vous cet écuyer à qui Pindare prête le secours de sa lyre, et qu'il nous représente... errant chez les Scythes! Et quand notre poète ajoute : « Inglorieuse est la pelisse à défaut d'une tunique », on ne saisit pas la conséquence, et l'on se demande comment Pisthétaire aurait pu la saisir.

Tout cela est si incohérent, que c'est perdre son temps que d'insister. Les Pindaristes, eux, ne s'y sont pas trompés. Il y a longtemps que M. Ed. Lübbert avait signalé la faute (1), et je constate que l'auteur de l'excellent petit recueil des *Pindars Sicilische Oden*, M. Ed. Boehmer, a restitué la véritable leçon (2).

---

(1) *Rheinisches Museum*, 1886, p. 468.

(2) Et aussi M. W. Christ, dont le grand Pindare, si impatiemment attendu, a vu le jour pendant l'impression de ce mémoire.

Mais les éditeurs d'Aristophane n'en continuent pas moins à réimprimer ce non-sens, et ce qui aggrave leur cas, c'est qu'un manuscrit au moins, le *Parisinus* A, donne le vrai texte : στρατῶν, au lieu de Στράτων.

A quoi bon recueillir minutieusement jusqu'aux moindres variantes, si on laisse traîner au bas de la page celle qui seule donne un sens satisfaisant, la leçon unique dont l'authenticité crève en quelque sorte les yeux?

ΙΡΙΣ. ποίᾳ γὰρ ἄλλῃ χρὴ πέτεσθαι τοὺς θεούς ;
ΠΕΙΣ. οὐκ οἶδα μὰ Δί' ἔγωγε · τῇδε μὲν γὰρ οὔ.
1221. ἀδικεῖς δὲ καὶ νῦν · ἆρά γ'οἶσθα τοῦθ', ὅτι...

Telle est la leçon de tous les manuscrits; elle est excellente, et M. Kock a eu raison de la maintenir. Inutile de lire, avec G. Hermann, Meineke et Green : ἀδικεῖς δὲ. καὶ νῦν ἆρά γ', ou, avec Bergk : IP. ἀδικεῖς με καὶ νῦν. ΠΕ. ἆρα γ', ou, avec Dindorf : ἀδικεῖ δὲ καὶ νῦν (notez que Dindorf veut qu'on construise καὶ avec ἀδικεῖ, et non avec νῦν), ou avec Blaydes : ἀδικεῖ δὲ καὶ σύ γ', etc. M. Blaydes qui, malgré tout, conserve dans son texte la vulgate, l'explique de la sorte : *Facis autem injuriam* etiam nunc, *quæ etiam postquam comprehensa es, nolis te peccasse confiteri.*

Non, positivement non, καὶ νῦν ne signifie pas *etiam nunc*. Il y a beau jour que les grammairiens ont averti que νῦν a souvent le sens de *rebus sic se habentibus, quæ quum ita sint*, c'est-à-dire *les choses étant ainsi, dans cet état de choses* (cf. Kühner, § 690, 2). D'où la locution, non pas temporelle, mais causative, καὶ νῦν, répondant à : *et dès lors, et partant, aussi,* mais qui, suivant le contexte, se rend en français de quantité de manières. Il est peu d'expressions, comme le remarque justement Paley (sur Euripide, *Cycl.*, 32), qui aient donné lieu à tant de méprises. En voici quelques exemples pris au hasard, car elle n'est pas rare. Sophocle, *Phil.*, 634 :

ἀλλ' ἔστ' ἐκείνῳ πάντα λεκτὰ, πάντα δὲ
τολμητά · καὶ νῦν οἶδ' ὁθούνεχ' ἵξεται.

« Mais il est capable de tout dire, de tout oser. Aussi sais-je bien qu'il viendra. » — *Antig.*, 316 :

οὐκ οἶσθα καὶ νῦν ὡς ἀνιαρῶς λέγεις;

« Ne sais-tu pas enfin que tes discours m'obsèdent » (enfin, c'est-à-dire après tout ce que je viens de dire). — Xénophon, *Anab.*, VII, 4, 24 : ὁ δ'εἶπεν· ἀλλ' ἔγωγε ἱκανὴν νομίζω καὶ νῦν δίκην ἔχειν. « Xénophon dit : Pour moi, je les trouve assez punis dès à présent. » — *Ibid.*, VII, 7, 17 : εἰ δὲ μή, ἐρχόμεθα μὲν καὶ νῦν βοηθήσοντες τούτοις. « Sinon nous venons malgré tout à leur secours » (malgré tout, c'est-à-dire *etiam post ea, quæ tu dixisti*, comme l'explique très bien Krüger).

De même dans notre passage :

Iris. Par quelle voie les dieux sont-ils tenus de voler?

Pisthétaire. Je n'en sais rien, par Zeus ; toujours pas par là. Et partant tu es coupable.

La scène de Cinésias et Pisthétaire (vers 1373-1409).

Toute cette scène, une des plus amusantes de la pièce, me semble avoir été dénaturée étrangement par les interprètes. D'abord on s'est mépris tout à fait sur le rôle de Cinésias. On a fait de lui un être burlesque, ne parlant qu'en phrases décousues et débitant à tort et à travers n'importe quelles sottises. Il s'en faut que ce soit là l'intention d'Aristophane. Avec son clair génie, le comique athénien faisait peu de cas de la poésie dithyrambique, où le faux brillant, l'enflure du style, l'outrance des images ne parvenaient pas à dissimuler le vide des idées. Cinésias est pour lui le modèle du genre, mais il n'est que cela. S'il parle avec emphase, du moins sait-il ce qu'il veut dire, et rien ne ressemble moins que son langage à un amphigouri.

Par une erreur non moins choquante, on nous montre Pisthétaire maltraitant Cinésias et le chassant de la scène à coups de bâton, alors qu'en réalité il se borne à l'éconduire, sans user de la moindre violence.

Qu'était-ce en effet que Cinésias? Un personnage dangereux pour l'État, une de ces pestes publiques, dignes de servir de victimes expiatoires, un φαρμακός? Nullement. C'était tout simplement un poète ridicule, et qu'un extérieur grotesque désignait spécialement aux traits de la comédie. Car il était fort disgracié de la nature. Mince et long, il semblait qu'un coup de vent dût l'enlever dans les airs (*Grenouilles*, 1437) ou le courber comme un roseau. Athénée (l. XII, p. 551) nous apprend qu'il s'était fait faire une sorte de corset en tilleul, pour se soutenir la taille, ce qui lui avait valu le surnom de *philyrinos*, c'est-à-dire bois de tilleul. De plus Cinésias était pied bot et marchait, comme on dit, en fauchant.

Suivons maintenant le texte. Cinésias, avec sa lyre, entre en scène en clochant :

Pisthétaire. Salut à Cinésias bois-de-tilleul. Que viens-tu faire ici en décrivant des ronds de ton pied cagneux?

Cinésias (*chantant*). Je veux être un oiseau, un rossignol au clair ramage.

Pisthétaire. Cesse de chanter, et dis-moi ce que tu as à dire.

Cinésias. Pourvu d'ailes par toi, je veux m'élancer au haut des cieux, pour recueillir dans la nue de nouveaux préludes « balancés par les airs » et « battus par les neiges ».

Pisthétaire. Ainsi, c'est à la nue qu'on emprunte des préludes?

Cinésias. Bien mieux, c'est à la nue que se rattache notre art. (*Notez ce détail, il explique ce qui va suivre.*) Dans un dithyrambe, pour que le morceau brille, il doit être « aérien, ténébreux, marqué d'un éclat sombre, balancé par des ailes ». (*Ce sont là autant d'épithètes des nuées.*) Écoute, tu vas en juger.

Pisthétaire. Moi? Jamais de ma vie.

C'est ici, selon moi, que les méprises commencent. Voici comment la plus récente édition donne la réponse de Cinésias :

νὴ τὸν Ἡρακλέα σύγε.
ἅπαντα γὰρ δίειμί σοι τὸν ἀέρα,
εἴδωλα πετεινῶν
αἰθεροδρόμων
οἰωνῶν ταναοδείρων.

On voudra bien me dispenser de reproduire toutes les conjectures et interprétations proposées sur ces vers. M. Kock voit dans les εἴδωλα οἰωνῶν de vrais fantômes d'oiseaux, pareils aux ombres pâles, εἴδωλα καμόντων, de l'*Odyssée*. M. Piccolomini supprime le dernier vers.

M. Blaydes propose ἑδώλια, sièges, c'est-à-dire demeures d'oiseaux, qu'il fait dépendre de βαίην (vers 1396), etc. Il n'y a rien à modifier ni à retrancher. Il suffit de rétablir le point après ἀέρα, où finissent les vers sénaires. Immédiatement commence le chant lyrique. Cinésias fait comme il l'avait dit : il emprunte son prélude aux nuées. C'est à elles qu'il s'adresse, car εἴδωλα est un vocatif. Nous traduisons donc :

CINÉSIAS. Si fait, par Héraclès. Car pour toi je vais traverser tout le domaine des airs (*Il lève les yeux au ciel, et chante*) : Formes ailées, vaguant dans l'éther, oiseaux au long col !...

Pour qui connaît le style habituel des dithyrambes, rien n'est plus clair. Aristophane lui-même a donné dans les *Nuées* toute une série d'apostrophes pareilles (vers 335-338). Pisthétaire, lui, est agacé dès le début, et lui crie : halte ! ou plutôt, car il emploie le terme de marine :

PISTHÉTAIRE. Stop !

Mais Cinésias continue :

τὸν ἁλάδρομον ἁλάμενος
ἄμ ἀνέμων πνοαῖσι βαίην.

Le scholiaste explique ἁλάδρομον par εἰς ἅλα δρόμον, « ma course vers la mer », ce qui n'est pas même grec. Et G. Hermann, abondant dans le sens du scholiaste, corrige : τὸν ἅλαδε δρόμον, correction que les éditeurs ont eu tort d'accepter ; car si elle satisfait à la grammaire, elle est inadmissible pour le sens, la mer n'ayant que faire ici. Mais n'est-il pas entendu que Cinésias ne dit que des sottises? — Eh bien! non. Ἀληδρόμος (il faut changer l'esprit) est un mot régulièrement composé, à l'imitation de βοηδρόμος (ἄλη, δρόμος), et signifie : course errante. Cinésias use ici de la forme dorique, chère aux poètes dithyrambiques (cf. toujours *Nuées*, 335-339), et qui a de plus l'avantage de produire une allitération, ἀλαδρόμον-ἀλάμενος, comme dans un cas pareil ἀερίας-ἀερονηχεῖς (*Nuées*, 337). Ainsi :

Cinésias (*continuant à chanter*). Bondissant dans ma course errante, puissé-je aller avec le souffle des vents!

De plus en plus impatienté, et l'interrompant une seconde fois :

Pisthétaire. Par Zeus, je vais l'intercepter, ton souffle.

Ici surtout, ce me semble, les interprètes ont pris le change. Sur les pas du scholiaste, ils ont cru que Pisthétaire bat Cinésias avec un bâton ou une paire d'ailes. Non, Pisthétaire n'a garde de battre le poète. Les coups, il les réserve pour les Méton, pour les devins, inspecteurs, marchands de décrets, sycophantes, en un mot pour les intrigants qui troublent l'État et mènent Athènes aux abîmes. Aux autres il est plutôt indulgent. Le poète venu pour chanter la naissance de Néphélokokkygie a reçu, nous l'avons vu, une pelisse et une tunique. Le parricide même sera gratifié d'une armure pour aller combattre en Thrace. Cinésias, pour qui Aristophane n'a point de haine, ne sera pas maltraité. Pisthétaire se borne à agiter vivement devant lui ses bras munis de longues ailes, de manière, dit-il lui-même, à lui couper le souffle.

On voit d'ici le tableau. Ce grand dégingandé de Cinésias, clopinant et traînant la jambe, bondit d'un bout de la scène à l'autre, poursuivi par Pisthétaire. Le texte l'indique clairement, car le poète continue son chant :

> Cinésias. Tantôt m'acheminant vers la voie du Notos (*nouveau battement d'ailes de Pisthétaire*), tantôt rapprochant ma personne de Borée (*même jeu*), traçant un sillon dans l'éther sans port (*encore même jeu*)...

Le texte porte : « un sillon sans port dans l'éther », et pour qu'on ne dise pas que c'est un non-sens, remarquons qu'il n'y a là qu'une simple hypallage, c'est-à-dire une figure bien de mise dans la poésie lyrique, et dont Pindare offre des exemples tout aussi hardis.

Il est si vrai que Cinésias n'est pas frappé, qu'il ne se fâche même pas. A peine s'il croit à une plaisanterie. Car, arrêté dans son élan lyrique, il se borne à dire : « En vérité, vieillard, tu as inventé là d'aimables et doctes jeux. » Et ce n'est que lorsque, parodiant le mot de Cinésias sur les préludes « balancés par les airs », Pisthétaire ajoute : « Eh quoi ! n'es-tu pas enchanté d'être balancé par des ailes? » que le pauvre diable s'écrie piteusement : « Est-ce ainsi que tu traites le poète cyclique que se disputent les tribus? »

On voit qu'avec l'interprétation que je propose, tout s'explique à souhait. Ajoutons que Cinésias, qui a fini par comprendre qu'on se moque de lui, se retire paisiblement, non sans manifester l'espoir qu'une autre fois Pisthétaire sera plus libéral, et ne lui refusera pas une paire d'ailes.

ΤΡΙΒΑΛΛΟΣ.

καλάνι κόραυνα καὶ μεγάλα βασιλιναῦ
ὅρνιτο παραδίδωμι.

ΗΡΑΚΛΗΣ.

παραδοῦναι λέγει.

ΠΟΣΕΙΔΩΝ.

1680. μὰ τὸν Δί', οὐχ οὗτός γε παραδοῦναι λέγει,
εἰ μὴ βαϐάζει γ' ὥσπερ αἱ χελιδόνες.

ΠΕΙΣΘΕΤΑΙΡΟΣ.

οὐκοῦν παραδοῦναι ταῖς χελιδόσιν λέγει.

J'imprime le vers 1681 d'après M. Kock. Βαϐάζει γ' est une conjecture de Bentley ; mais il en est d'autres, ou plutôt il en est, peu s'en faut, autant d'autres que d'éditeurs. Reiske lit : βαϐακίζει γ', Brunck et Dobree τιτυϐίζει γ', Lenting βαταρίζοι γ', Dindorf βατίζει γ', Meineke βραϐάζει γ', Cobet βαύζει γ'. M. Müller-Strübing s'égaie agréablement de cette chasse aux synonymes. « A ce compte, dit-il, il reste encore pas mal à dépister. Pourquoi pas τιτίζει, par exemple, avec Blaydes, ou bien τερετίζει, ou τιοτίζει, ou τορολίζει, ou bien encore κελαρύζει (1)? » La moquerie est piquante et juste, et l'on a d'autant plus regret de voir M. Müller-Strübing en prendre occasion pour proposer à son tour une conjecture plus bizarre que toutes les autres : εἰ μὴ σακίζει γ'.

Quoi qu'il en soit, sur un point du moins tout le monde est d'accord, c'est qu'il convient d'interpréter de la sorte le passage (1) : « Par Zeus, il ne dit pas, lui, de la livrer; mais il ne fait que bredouiller (ou jacasser, ou piailler, ou trisser, etc.) comme les hirondelles. »

---

(1) *Aristophanes und die historische Kritik.* Leipzig, 1873, p. 710.

Il n'y a qu'un malheur : on tient trop peu de compte de la réplique de Pisthétaire : « Alors c'est aux hirondelles qu'il dit de la livrer. » Quel trait cela a-t-il à la phrase qu'on vient de lire? Le Triballe jase comme une hirondelle, donc c'est aux hirondelles qu'il prétend livrer Basiléia,

> Pour moi je ne vois goutte en ce raisonnement,

et, quelque subtils qu'on suppose les Athéniens, je doute s'ils s'en seraient accommodés.

Au lieu de prodiguer au hasard les conjectures, sans même avoir égard à la liaison des idées, mieux eût valu, ce me semble, tâcher de découvrir ce que le poète a voulu dire, et ne pas rejeter d'emblée et sans examen la leçon de tous les manuscrits. Car, à deux lettres près, les manuscrits concordent, les uns portant : εἰ μὴ βαδίζειν, les autres : εἰ μὴ βαδίζοι γ'. Lisez : εἰ μὴ βαδίζει γ', et vous aurez la vraie leçon. La phrase est grammaticalement correcte, et il n'est pas difficile, quoi qu'on en dise, de deviner quel rapport de sens il y a de l'idée qu'elle exprime au contexte.

---

(1) Mais je crains que ce ne soit en dépit de la grammaire. On nous obligerait de citer un cas, un seul, où εἰ μή γε, suivi, comme ici, d'un verbe à l'indicatif, ait le sens de ἀλλὰ. Les passages allégués (*Caval*., 186; *Lysistr.*, 942, et *Thesmoph.*, 898) ont trait à un idiotisme tout à fait différent : εἰ μή γε, suivi d'un substantif ou d'un adjectif, y est synonyme de πλήν γε, et s'explique par l'ellipse de οὐδεὶς ἄλλος ou οὐδὲν ἄλλο, *rien* ou *nul autre que, rien moins que, tout simplement*. Cf. XÉNOPHON, *Anab.*, II, 1, 12 : οὐδέν ἐστιν ἀγαθὸν ἄλλο, εἰ μὴ ὅπλα; HÉRODOTE, IV, 94 : οὐδένα ἄλλον θεὸν νομίζοντες, εἰ μὴ τὸν σφέτερον; ARISTOPHANE, *Guêpes*, 1507 : οὐδὲν ἄλλο, πλήν γε καρκίνους. D'autres locutions, μὴ ἀλλά, οὐ γὰρ ἀλλά, etc., supposent une ellipse non moins forte.

Εἰ μή γε, avec l'indicatif, signifie : *si du moins, si toutefois... ne pas*. Cf., entre autres, EURIPIDE, *Alc.*, 493 : εἰ μή γε πῦρ πνέουσι μυκτήρων ἄπο (*nämlich dann, wenn sie nicht*, comme l'explique fort bien Kühner); ANTIPHANE (*Fragm. Comic.*, t. III, p. 86, éd. Meineke) : εἰ μὴ νὴ Δία τοὺς ἰχθυοπώλας βούλεταί γέ τις λέγειν ; XÉNOPHON, *Anab.*, VII, 5, 5 : εἰ μή γ' ἄλλως ἐδύνω ; *Banq.*, VI, 6 : εἰ μή γε ἐδόκεις τῶν μετεώρων φροντιστὴς εἶναι. — Εἰ μὴ βαδίζει γε signifie donc : *si toutefois il,* ou plutôt *elle* (car c'est évidemment de la jeune femme qu'il est question) *ne marche pas, à moins qu'elle ne soit pas en état de marcher* (1).

Il n'y a plus qu'à rétablir la ponctuation, pour obtenir un sens de tout point satisfaisant :

μὰ τὸν Δί ’ οὐχ οὗτός γε · παραδοῦναι λέγει
εἰ μὴ βαδίζει γ' ὥσπερ αἱ χελιδόνες (2).

Poseidôn cherche un prétexte pour ne point livrer Basiléia. Il feint d'avoir compris autrement qu'Héraclès le baragouin du Triballe. Παραδίδωμι, « je la livre », est formel, et ne laisse pas de place à l'équivoque; mais Poseidôn se rabat sur βασιλιναῦ (βάσις, marche, ἑλινύω ?) ὄρνιτο, qui peut s'interpréter de plus d'une façon. Ici du moins le scholiaste a vu clair : τὸ δὲ βασιλιναῦ εἰς τὸ βάσιν μετέβαλεν ὁ Ποσειδῶν. Qu'on livre donc Basiléia, mais seulement au cas qu'elle ne sache pas marcher. Car βαδίζειν est bien le mot propre pour désigner l'action de se mouvoir à l'aide des pieds ou des pattes (1). Et si Poseidôn ajoute « ainsi que les hirondelles », c'est qu'en effet les Grecs se persuadaient que l'hirondelle ne marche pas. A preuve le nom d'ἄπους qu'ils donnaient à une hirundinidé, on ne sait au juste laquelle. A preuve surtout ce passage d'Aristote (*Hist. Anim.*, I, 1, 9) : « Parmi les oiseaux, il en est quelques-uns qui ont des pieds mauvais, et que pour cette raison on appelle Apodes ; mais ce genre d'oiseaux a des ailes excellentes. Et presque toutes les espèces qui leur ressemblent ont des ailes excellentes et des pieds mauvais, comme l'hirondelle et le martinet. » Préjugé si l'on veut, mais à voir l'hirondelle voler sans cesse, et même boire et se nourrir tout en volant, les anciens (2) s'imaginaient qu'elle n'usait de ses pieds que pour percher ; et il ne manque pas de gens qui sur ce point pensent encore comme les anciens.

---

(1) « A moins qu'elle ne marche » serait : ἢν μὴ βαδίζῃ γε. (Cf. ARISTOPHANE, *Acharn.*, 60; *Oiseaux*, 439; *Thesmoph.*, 270.)

(2) Cf. *Gren.*, 788 : μὰ Δί ’ οὐκ ἐκεῖνος ; *Ib.*, 1457 : οὐ δῆτ ’ ἐκείνη γε, et *passim.*

Et dès lors on comprend la réponse de Pisthétaire ; si elle est dans le cas des hirondelles, c'est aux hirondelles qu'il faut la livrer. En résumé, voici le passage entier, rendu tant bien que mal en français :

Le Triballe. Belle fille et grand reine marche à oiseau je la livre.

Héraclès. Il dit de la livrer.

Poseidôn. Point du tout, par Zeus : il dit de la livrer, oui, si, comme les hirondelles, elle ne sait pas marcher.

Pisthétaire. C'est donc aux hirondelles qu'il dit de la livrer.

---

(1) Lire, entre vingt exemples, le passage de Xénophon, *Command. Caval.*, IV, 1, où βαδίζειν est donné comme l'équivalent exact de πεζοπορεῖν.

(2) Car on lit la même chose dans Pline, X, 39 : *his quies nisi in nido nulla*, etc., et aussi XI, 47.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 5 novembre 1896.

M. Th. Radoux, directeur.

M. le chevalier Edmond Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Th. Vinçotte, *vice-directeur;* Éd. Fétis, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, G. Guffens, Peter Benoit, Jos. Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, J. Stallaert, Alex. Markelbach, J. Robie, G. Huberti, A. Hennebicq, Éd. Van Even, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaar, F. Laureys, le comte J. de Lalaing, J. Winders, Ém. Janlet, H. Maquet, *membres;* J.-B. Meunier, Alb. De Vriendt et Flor. van Duyse, *correspondants.*

RAPPORTS.

Il est donné lecture des appréciations de MM. Winders, Janlet et Maquet sur la requête par laquelle M. Ém. Vereecken, lauréat du grand concours d'architecture de 1893, demande à pouvoir différer les voyages qui lui sont imposés pour sa quatrième année d'études.

— Copie de ce rapport sera transmise au Gouvernement.

CONCOURS ANNUEL POUR 1896.

JUGEMENT DU CONCOURS D'ART APPLIQUÉ.

PEINTURE.

Sujet proposé : *On demande une frise destinée à décorer un asile de nuit.*

La section de peinture propose, à l'unanimité, d'accorder le prix (*mille francs*) à l'auteur du carton portant la devise :

> Celui qui aime son frère
> Demeure dans la lumière.
>
> (SAINT JEAN, chap. 10-11.)

Elle propose également d'accorder une mention honorable, en partage, aux auteurs des cartons portant les devises :

1° *Sol lucet omnibus* (avec le Christ à droite du dessin) ;
2° *Habiller ceux qui sont nus, donner à boire à ceux qui ont soif*, etc.

La Classe a unanimement ratifié ces propositions.

GRAVURE EN MÉDAILLE.

Depuis 1872, date de la mise en vigueur de la décision prise en 1849 par la Classe des beaux-arts, « qu'un » concours d'application des arts aurait lieu, chaque » année, concurremment avec son concours littéraire, » c'est la septième fois que le roulement des matières appelle la GRAVURE EN MÉDAILLE à figurer au programme.

A trois reprises, c'est Charles Wiener, l'éminent médailliste, mort le 15 avril 1888, à l'âge de 56 ans, qui remporta le prix :

En 1875, pour ses deux médailles : *La visite du czar Alexandre à Londres, en 1874*, et *l'Alliance des républiques américaines du Sud pour la défense de Lima*; en 1880, pour sa médaille commémorative du *Cinquantième anniversaire de l'Indépendance nationale belge*; et en 1884, pour sa médaille de la *Consécration au peuple, en 1882, de la forêt d'Epping, près de Londres, par l'Impératrice-Reine Victoria.*

Il n'y eut pas de sujet spécifié pour chacun de ces concours.

Les concours de 1887 et de 1890 ne donnèrent pas de résultats, malgré la désignation des sujets qui cependant étaient de nature à provoquer des projets : les concurrents firent défaut.

Sujet pour 1887 : *Le médaillon préalable à une médaille destinée aux lauréats des concours de l'Académie.*

Sujet pour 1890 : *Une médaille commémorative de la loi qui a autorisé S. M. Léopold II à prendre la souveraineté de l'État Indépendant du Congo.*

L'envers est réservé à l'effigie de Léopold II.

Les concurrents avaient le choix, pour le revers, entre les sujets suivants :

La Belgique et l'État du Congo unis sous une même souveraineté.

L'État du Congo accomplissant en Afrique son œuvre civilisatrice.

La Classe demanda, comme sujet du concours de 1893, un projet de *Médaille commémorative de la mort de S. A. R. le Prince Baudouin.*

Le prix proposé fut attribué à M. Joseph Geleyn, de Schaerbeek.

Entre six concurrents qui viennent de prendre part au concours pour 1896, ouvert en ces termes d'après le programme : *Un prix de six cents francs sera accordé à la meilleure médaille exécutée par un artiste belge depuis le 1er janvier 1880,* la Classe a décidé, à la majorité des voix, d'accorder le prix à M. Jules Baetes, d'Anvers, auteur du médaillon sans revers portant au bas, comme marque distinctive, trois palmes et une couronne.

La Classe avait repris, pour ce concours, le sujet qu'elle avait proposé pour 1887, c'est à dire un *Projet de médaille pour les lauréats des concours de l'Académie.*

PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

Conformément à l'article 15 du règlement de la Classe, M. Th. Radoux, directeur, donne lecture de son discours destiné à la séance publique.

ÉLECTIONS.

La Classe se forme en Comité secret pour prendre connaissance de la liste des candidatures présentées par les sections pour les places vacantes.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance publique du dimanche 8 novembre 1896.

M. Th. Radoux, directeur.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

M. Th. Vinçotte, vice-directeur.

Sont présents : MM. Éd. Fétis, Ad. Samuel, Godf. Guffens, Jos. Jaquet, J. Demannez, G. De Groot, Gustave Biot, Henri Hymans, Joseph Stallaert, Alex. Markelbach, G. Huberti, A. Hennebicq, Ed. Van Even, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaar, J. Winders, H. Maquet, *membres ;* J.-B. Meunier, *correspondant.*

Assistent à la séance :

Classe des sciences. — MM. G. Dewalque, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Fr. Crépin, G. Van der Mensbrugghe, M. Mourlon, P. De Heen, F. Terby, Léon Fredericq, *membres ;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé.*

Classe des lettres. — MM. P. Willems, S. Bormans, Ch. Potvin, T.-J. Lamy, E. Banning, A. Giron, *membres ;* J.-C. Vollgraff, *associé,* et Ern. Discailles, *correspondant.*

La séance est ouverte à 1 heure et demie.

La musique et les écoles nationales;
discours par M. Th. Radoux, directeur de la Classe.

En prenant place à cette tribune, où se sont succédé tant d'éminents confrères dont l'éloquence a su conquérir vos suffrages, j'éprouverais une inquiétude bien légitime si je ne savais que l'honneur qui m'échoit trouve sa signification dans la bienveillante sympathie qui m'a appelé à diriger les travaux de la Classe des beaux-arts pendant l'année écoulée.

Un musicien n'est pas un orateur, et s'il est des exceptions parmi nous, elles ne peuvent que confirmer la règle.

C'est donc plein de confiance dans l'indulgence du public éclairé, me faisant l'insigne honneur de m'écouter, que j'ose aborder mon sujet, une simple causerie sur l'art musical.

⁂

La musique, dont l'origine remonte aux temps les plus reculés, peut être considérée cependant comme l'art le plus jeune, si l'on tient compte de sa lente action évolutive.

En effet, il lui a fallu des siècles pour arriver à la perfection déjà atteinte par les Grecs dans la littérature avec Homère, et dans les arts plastiques avec Phidias.

Les peuples hellènes, il est vrai, n'étaient rien moins qu'encourageants pour ceux qui montraient quelque velléité à la faire progresser, témoin la peine de bannissement infligée à Timothée, pour avoir osé ajouter deux cordes à la lyre!

Le décret rendu à cette occasion par le sénat spartiate est trop curieusement amusant pour que j'en prive mon auditoire.

« Attendu, dit cette pièce, que Timothée le Milésien est venu dans notre ville déshonorer notre ancienne musique, et, méprisant la lyre à sept cordes, a, par l'introduction d'une plus grande variété de notes, corrompu les oreilles de notre jeunesse; qu'au lieu de conserver à la mélodie la simplicité et la sagesse qu'elle a eues jusqu'ici, il l'a rendue infâme, en composant dans le genre chromatique au lieu de l'enharmonique, le Roi et les Éphores déclarent qu'ils censurent Timothée, et le bannissent de notre ville, afin d'avertir tout homme qui voudrait introduire dans Sparte quelque indécente coutume.»

Félicitons-nous, Mesdames et Messieurs, que de nos jours, les hommes de génie évoluant dans toutes les sphères de l'activité humaine, puissent, sans craindre le bannissement, donner libre carrière à leur imagination, et inventer des merveilles, telles que le téléphone et le phonographe, par exemple, qui, à l'époque où vivait Timothée, les auraient certes fait condamner à mort.

Il est vrai de dire que, suivant un ouvrage très circonstancié sur la littérature hellénique, les Grecs étaient à ce point amoureux des beautés rythmiques de leur poésie, qu'ils auraient repoussé toute musique pouvant en détourner l'attention.

L'accent, perdu pour nous, en faisait une caresse pour l'oreille, et la notation musicale n'avait qu'à en suivre la rythmique dont elle était l'esclave, pour réaliser cette union parfaite de l'art et de la poésie.

N'est-il pas curieux de constater que là, peut-être, se trouvaient déjà les ancêtres de Gluck et de Wagner, ces deux révolutionnaires du drame lyrique?

Tel qu'il est aujourd'hui, l'art musical semble être arrivé, avec le drame lyrique wagnérien, à sa perfection idéale.

Il serait pourtant téméraire d'affirmer qu'il a atteint sa forme définitive, car celle-ci varie selon les époques, et, la mode actuelle le conduisant à une polyphonie à outrance, rien ne nous prouve que la satiété ne ramènera pas, dans les siècles futurs, une expression moins ornée de la pensée musicale.

Ce phénomène s'est du reste présenté une fois déjà, et il suffit de faire un retour vers le XV^e siècle pour s'en convaincre.

Ce fut alors, on le sait, un assaut de polyphonie entre les représentants les plus illustres de l'art musical, parmi lesquels brillèrent Adrien Willaert, le fondateur de l'école de Venise, Josquin Després, Clément Jeannequin, Gombert, Guillaume Dufay, Ockeghem, Philippe de Mons et d'autres, qui partagèrent la gloire du fondateur de l'école franco-belge, en instruisant les maîtres italiens du XVI^e siècle.

Leurs recherches scolastiques s'exerçaient sur de véritables rébus musicaux.

Ils s'envoyaient des canons énigmatiques dont il fallait trouver la clef, enfantillage sans but artistique, donnant naissance à de la musique pour les yeux, mais non pour les oreilles.

Dès le milieu du XVI^e siècle, la réaction se produit, et, comme toute réaction, elle est excessive. La mélodie, belle et chatoyante, étale ses grâces pures, à peine revêtues d'un simple tissu harmonique, et berce délicieusement plusieurs générations.

La polyphonie, si dédaignée cependant à l'époque du *bel canto,* reprend insensiblement ses droits, et, grâce aux efforts de quelques compositeurs illustres, commence à jouer un rôle considérable dans l'orchestration des opéras, jusqu'à ce que, après bien des transformations, elle devienne tout à fait prépondérante dans le drame wagnérien.

Mais hâtons-nous de reconnaître que la polyphonie, telle qu'on l'emploie de nos jours, n'a rien de commun avec les formules scolastiques et fastidieuses des compositeurs du XV^e siècle. Ici, elle est devenue un complément obligé de la pensée émise et forme avec elle un tout complet.

Chaque siècle, du reste, apporte avec lui son contingent de formes nouvelles qui, repoussées tout d'abord par l'esprit de routine, finissent toujours par s'implanter, dirai-je, et le nombre d'adeptes, sans cesse grossissant, impose aux dissidents une musique nouvelle qui règne alors à l'exclusion de toute autre.

La polyphonie du XV^e siècle n'était qu'érudition, sécheresse; celle du XIX^e, au contraire, est devenue affinée, ultra-sensible, d'une souplesse et d'une vie merveilleuses, lui permettant de traduire toutes les émotions, toutes les passions humaines. C'est donc vers celle-ci que tous les efforts se portent, et Wagner, une fois encore, en aura été la suprême expression!

Aussi n'est-ce pas sans inquiétude qu'on peut envisager l'avenir musical, car, déjà à l'heure actuelle, il n'y a presque plus d'écoles reflétant franchement l'esprit et les aspirations natives d'une nation ; toutes se wagnérisent plus ou moins; toutes subissent l'influence du colosse de Bayreuth, et Dieu sait le nombre de monstres musicaux qu'elle fait éclore par une imitation trop servile des procédés et de l'harmonisation du Maître. Il faut admirer les grands hommes, sans vouloir les imiter.

L'imitation est un mensonge que l'homme se fait à lui-même! Mais, comme l'a dit Taine excellemment, « lorsqu'une civilisation nouvelle amène un art nouveau à la lumière, il y a dix hommes de talent qui expriment à demi l'idée publique autour d'un ou deux hommes de génie qui l'expriment tout à fait. Les uns forment *le chœur*, les autres sont *les coryphées*.

» C'est le même morceau qu'ils chantent.

» Dans certains passages, le choriste est à peu près l'égal du chef, mais ce n'est que dans certains passages. »

Sans doute, il faut être de son temps; le cerveau, terrain intellectuel, pour produire, doit être nourri de la moelle des chefs-d'œuvre, mais à la condition que l'on reste *soi ;* car les œuvres doivent être d'essence intime, et ne sont sincères et durables qu'à la condition d'être l'expression d'un tempérament ; et le tempérament est lui-même la résultante naturelle de l'éducation, des mœurs, voire même de l'état social d'un pays.

De là ces dissemblances marquées et si facilement reconnaissables dans l'expression musicale des écoles italienne, allemande et française, pour ne citer que celles qui, pendant longtemps, surent conserver leur physionomie originale.

Je suis personnellement fort sympathique à toute tentative ayant pour objet d'imprimer à la pensée cette couleur locale propre aux différentes races; et cela m'amène à dire quelques mots des deux écoles qui, de nos jours, tendent le plus nettement vers ce but.

C'est d'abord la jeune école slave, avec Borodine, Cui, Moussorgsky et Rimsky-Korsakow comme principaux protagonistes, et l'école scandinave, dont le plus chatoyant représentant actuel est Edward Grieg.

La nouvelle école russe procède évidemment de Berlioz et de Liszt.

On n'a pas oublié que c'est surtout en Russie que le premier de ces compositeurs obtint ses plus beaux succès, et l'on comprendra aussi que l'essence même de ses œuvres, plus littéraires que franchement musicales, ait exercé une grande influence sur des lettrés tels que Borodine et ses concitoyens.

Berlioz avait créé la symphonie à programme; Liszt, le poème symphonique, et la jeune école a adopté ces formes d'art en les amplifiant. Mêmes audaces harmoniques, mêmes procédés d'instrumentation; tout y est, sauf le caractère typique des œuvres, qui reste national.

Il ne faudrait pas croire, cependant, que ce résultat pût être attribué à des causes psychologiques, mais bien plutôt à un système d'éducation musicale raisonné, et dont les sources se trouvent dans la mélodie populaire.

Il n'est pas de pays où le peuple ait exprimé ses joies et ses douleurs avec une naïveté plus poétique qu'en Russie, et nulle part le chant populaire n'a mieux fait vibrer l'état d'âme d'une nation.

« Les chansons populaires, nous apprend César Cui, sont : *les rondes chantées; les chansons à sujets occasionnels,* dont l'*épithalame* est le genre le plus cultivé; *les chansons des rues* et *la chanson bourlak* ou *des haleurs de bateaux*.

» La construction rythmique en est souvent capricieuse par l'emploi de différentes mesures à cinq et sept temps; la plupart aussi procèdent des modes grecs; le mode *dorien*, entre autres, y est le plus souvent employé. »

C'est incontestablement dans ces chants que cette jeune école a puisé le principe de ses inspirations musicales, imprimant à ses œuvres ce caractère si particulièrement national.

Nous avons dit que ce résultat est dû à un système d'éducation, et la preuve en est dans le soin avec lequel les chansons du peuple ont été recueillies, annotées et harmonisées par des compositeurs de mérite.

Livrées ensuite aux réflexions des artistes élevés à l'école gratuite fondée en 1862 par Balakirew, et dirigée par Rimsky-Korsakow, il est évident que cette moelle populaire, infiltrée dans le cerveau d'une génération, devait porter en elle une force créatrice originale, et le présent de la jeune école russe le prouve surabondamment.

Chose bizarre, cependant, ces modernes sont restés hostiles à l'école wagnérienne, quant à sa conception dramatique, qu'ils repoussent absolument.

Dans une lettre datée de 1876, Borodine, le plus russe de tous, faisait sa profession de foi en disant : « Dans l'opéra, les voix doivent occuper la première place; l'orchestre, la seconde; je me sens de plus en plus attiré par la mélodie et la cantilène. » Et de fait, nous avons pu nous convaincre, en général, que les anciennes divisions en airs, duos, trios, etc., sont rigoureusement respectées dans l'opéra russe.

Cependant, là comme ailleurs, le besoin d'un renouveau hante certains esprits et les pousse vers les combinaisons les plus excentriques.

Les œuvres modernes ne leur paraissent plus répondre aux aspirations du moment, et on y rêve déjà d'une transformation !

Le fait ressort d'une conversation que j'eus jadis avec un grand artiste, bien connu des Bruxellois, et qui concourut d'une façon active à faire éclore chez nous l'idée wagnérienne : je veux parler de Louis Brassin.

Il y a dans ce pays, me disait-il, à côté de la jeune école russe, dont le chef incontestable est Borodine, un petit cénacle très remuant qui, en musique, professe des théories absolument anarchiques !

Ses œuvres ont un degré de parenté avec celles des décadents de la littérature et exigent, comme elles, une initiation préalable, sans laquelle elles restent lettre morte !

L'écriture en est spéciale, surtout par l'accentuation ; leur forme est vague et donne le sens de l'incohérence, de l'indéfini ; leur harmonisation est d'une audace peu commune et froisse brutalement les règles de la syntaxe musicale.

Est-il besoin de vous dire, ajoutait-il, que les jeunes artistes qui composent ce cénacle parlent avec un souverain mépris des anciens compositeurs qui ont illustré notre art, et que certains d'entre eux considèrent déjà Wagner comme *un vieux !!*

Consolons-nous en pensant que ces jugements téméraires s'exercent encore de nos jours à propos de tous les arts.

Ainsi que nous avons pu le constater à la lecture d'un grand nombre d'œuvres de tous genres, certains compositeurs scandinaves sont également arrivés à nationaliser leur art, puisant leurs inspirations à la source populaire si heureusement employée par la jeune Russie.

Ici encore, un parfum bien caractérisé s'en dégage et nous fait respirer, en quelque sorte, une atmosphère nationale.

Tous les compositeurs n'en sont pas imprégnés au même degré, quelques-uns même ont subi plus ou moins l'influence étrangère, comme Niels Gade et Schytte ; mais le prestige exercé par les principaux, et notamment par Noordrack, Svendsen et Grieg, finira, n'en doutons pas, par épurer la source et donner à ce pays un art particulier.

Cela ne paraîtrait-il pas suffisant à nos jeunes musiciens qui presque tous s'obstinent à vouloir être de petits Wagner, oubliant, comme l'a dit le célèbre humoriste anglais Sterne, « qu'un homme est plus riche avec une once de son propre esprit, qu'avec un tonneau de celui des autres » ? Qu'en reflétant dans ses œuvres l'esprit d'autrui, il ne sera toujours qu'un écho affaibli du génie qui lui sert de modèle ?

Pourquoi, dès lors, ne tenterait-on pas dans notre pays ce qui a si merveilleusement réussi chez les peuples du Nord ?

Les éléments ne manquent certes pas : nos provinces, tant flamandes que wallonnes, possèdent une quantité fort respectable de chants populaires qui ont bien aussi leur caractéristique, leur saveur *sui generis*.

Pour arriver au but que j'indique, il ne faudrait pas seulement s'en tenir à la publication de ces chants, dûment harmonisés, mais en extraire les plus typiques, qui serviraient de thèmes à la composition de solfèges, où toutes les difficultés modernes de rythmes, d'intonations, etc., seraient méthodiquement graduées.

On envelopperait, en quelque sorte, dès l'enfance, le futur compositeur dans une atmosphère nationale en lui infusant peu à peu, et à son insu, cette sève populaire qui, dans sa forme naïve, est l'âme de la patrie; son imagination, ainsi préparée, pourrait revêtir à l'heure de la production une forme plus savoureuse, plus particulière, et dont Weber, dans le *Freischütz*, notamment, offre un si frappant exemple, car, ainsi qu'on l'a dit, n'est-ce pas le chant des rues élevé à l'idéal, à la poésie, au dramatique? N'est-ce pas la musique allemande dans ce qu'elle a de plus profond, de plus intime?

⁂

Ici se dresse tout naturellement un point d'interrogation : Les voyages sont-ils utiles ou nuisibles au développement du sentiment national?

Cette question a fait naguère encore l'objet d'une discussion intéressante au sein de la Classe des beaux-arts de l'Académie, et les avis ont été partagés.

J'avoue, pour ma part, que j'en suis fort partisan, bien que l'on puisse soutenir que le musicien ne se trouve pas dans la situation du peintre, du sculpteur ou de l'architecte, et que, sans sortir du pays, il peut parfaitement se rendre compte de toutes les écoles.

A cela je répondrai que je ne puis me résoudre à ne connaître d'une œuvre musicale que *la lettre;* qu'au-dessus, il y a *l'esprit* qui ressort de son exécution dans le pays qui l'a vue naître, par des interprètes imprégnés de son caractère propre, et qu'ainsi seulement je pourrai me faire une idée complète de sa valeur esthétique.

Ne peut-on dire avec raison que pour bien connaître Wagner, il faut l'entendre en Allemagne, et surtout à

Bayreuth? Est-ce que, de nos jours, ceux qui veulent approfondir son génie ne font pas le pèlerinage au temple spécialement érigé pour l'exécution de ses œuvres?

Et puis, les mœurs d'un pays, les types étrangers, les caractères différents, et jusqu'à la beauté d'un site, ne peuvent-ils donc inspirer l'artiste créateur, toujours en quête de sensations diverses; son imagination éveillée, surexcitée ne doit-elle pas grandir et se transformer à leur aspect?

Nos jeunes compositeurs, je le sais, ne vont plus volontiers en Italie, parce que, disent-ils, elle ne peut rien leur apprendre au point de vue de leur art.

Cela peut être vrai en partie; mais n'oublient-ils pas que là, pourtant, se meut constamment une pléiade d'artistes, pensionnaires de la Villa Médicis, et dont la vie en commun doit forcément amener un échange de vues, de pensées, ayant toutes leur essence dans une même religion : *l'art?*

Et d'ailleurs, où trouve-t-on la preuve que les voyages ont exercé une influence funeste au point de vue de la nationalité, sur des artistes véritablement doués?

Rubens et Van Dyck, pour ne citer que ceux-là, qui ont séjourné longtemps en Italie, en s'y affinant singulièrement, au fond, n'en sont-ils pas moins restés Flamands?

Mozart, le divin Mozart, comme on l'a appelé, ce génie raphaélique, ce musicien miraculeux, qui a réussi de la valse au *Requiem*, n'est-il pas resté constamment original?

Niera-t-on que quelquefois aussi cette influence peut être salutaire à l'éclosion de la pensée, qui revêt une forme spéciale, née d'une impression? Nous en trouvons la preuve dans ce paragraphe d'une lettre que Mendelssohn adressait de Rome, en 1831, à sa sœur Fanny, au sujet de sa symphonie italienne : « J'attendrai pour l'écrire, lui disait-il, d'avoir vu Naples, car je veux y mettre un peu de l'émotion que cette vue m'aura fait éprouver » ; et cette émotion y est manifeste.

On le voit, les nombreux voyages de ces grands hommes n'ont nullement empêché leur personnalité de s'établir pleine et entière, tant il est vrai que le contact de l'étranger n'annihilera jamais une nature, l'artiste vraiment digne de ce nom étant doué de telle sorte que, malgré tout, il restera *lui*, et non *un autre !*

Il me serait facile de citer d'autres exemples, mais j'ai hâte d'arriver à la conclusion de ce discours déjà trop long.

Je crois avoir établi que le plus sûr moyen de caractériser une école se trouvera désormais dans la chanson populaire.

Il ne faut pas oublier que le plus beau titre de gloire d'un musicien sera toujours son identification complète au génie de sa race.

Aristocratiser la chanson du peuple, l'élever assez haut pour qu'elle atteigne à l'œuvre d'art, telle doit être, à mon avis, l'ambition du compositeur.

L'artiste inspiré, assez heureux pour marquer ce but, et nous le croyons digne d'être tenté, se créera des titres inappréciables à l'admiration universelle, en donnant à notre pays une musique nationale.

M. le Secrétaire perpétuel proclame les résultats suivants du concours annuel de la Classe et des concours du Gouvernement.

CONCOURS ANNUEL POUR 1896.

PARTIE LITTÉRAIRE.

La Classe a constaté avec regret qu'aucun mémoire ne lui est parvenu en réponse aux questions posées.

ART APPLIQUÉ.

PEINTURE.

On demande une frise destinée à décorer UN ASILE DE NUIT.

Douze projets ont été reçus :

La Classe s'est ralliée au jugement de sa section de peinture, laquelle a proposé, à l'unanimité, de décerner le prix de *mille francs* à M. Émile Vloors, à Borgerhout (Anvers), auteur du carton portant pour devise :

> Celui qui aime son frère
> Demeure dans la lumière.
>
> (Saint Jean, chap. 10-11.)

Une mention honorable, en partage, est accordée aux auteurs des cartons portant comme devises : 1° *Sol lucet omnibus ;* 2° *Habiller ceux qui sont nus, donner à boire à ceux qui ont soif,* etc.

GRAVURE EN MÉDAILLE.

On demande un projet de médaille pour les lauréats des concours de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

Six modèles ont été reçus :

Sur la proposition des sections de gravure et de sculpture, la Classe a décerné le prix de *six cents francs* à M. Jules Baetes, à Anvers, pour son projet ayant comme marque distinctive *Trois palmes et une couronne.*

PRIX DU GOUVERNEMENT.

GRAND CONCOURS D'ARCHITECTURE DE 1896.

Comme suite aux résolutions du jury qui a jugé ce concours, le *grand prix* a été décerné, à l'unanimité, à M. Cols (Augustin), d'Anvers, élève de l'Institut supérieur et de l'Académie royale des beaux-arts de la même ville.

GRAND CONCOURS DE GRAVURE DE 1896.

Comme suite aux résolutions du jury qui a jugé ce concours, le *grand prix* a été décerné à M. Sterck (Arthur), d'Anvers, élève de l'Institut supérieur des beaux-arts de la même ville (atelier de M. Biot).

Un premier second prix a été décerné à M. Montenez (Georges), de Rouveroy, élève de l'Académie de Mons et de M. Aug. Danse.

Un deuxième second prix, à M. Peeters (Louis), d'Anvers, élève de l'Académie royale des beaux-arts de cette ville et de M. Fr. Lauwers.

PRIX QUINQUENNAL DES SCIENCES HISTORIQUES.

(Troisième période : 1891-1895.)

Par arrêté royal du 28 octobre 1896, pris sur les conclusions du rapport du jury qui a jugé les travaux soumis pour cette période, le prix de *cinq mille francs* est décerné à M. Godefroid Kurth, membre de l'Académie et professeur à l'Université de Liége, pour son ouvrage intitulé : *Histoire poétique des Mérovingiens.*

La séance s'est terminée par l'exécution de la cantate : *Callirhoé,* musique de M. Nicolas Daneau, 1er second prix du grand concours de composition musicale de 1895 : poème de M. Lucien Solvay, lauréat du concours des cantates françaises de la même année.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Chestret de Haneffe (*le baron J. de*). Geschichte der Familie Merode, von E. Richardson. S. l. ni date; in-8° (4 p.).

— Recherches sur le village et la famille de Bunde. Ruremonde; in-8° (12 p.).

— Mélanges de numismatique. Liége, 1869-89; in-8° (222 p.).

— Histoire de la seigneurie impériale de Reckheim. Ruremonde, 1873; in-8° (101 p., 1 pl.).

— Généalogie de la famille de Chestret. Bruxelles, 1883; in-18 (23 p.).

— Glanes poétiques liégeoises. Liége, 1884; in-18 (37 p.).

— Encore l'ancienne faïence liégeoise. Liége, 1884; extr. in-8° (9 p.).

— Les conjurations des La Marck formées à Liége contre Charles-Quint. Bruxelles, 1891; extr. in-8° (34 p.).

— Renard de Schönau, sire de Schoonvorst. Un financier gentilhomme du XIV° siècle. Bruxelles, 1892; extr. in-8° (72 p.).

— L'abbé Habets. Bruxelles, 1893; in-8° (3 p.).

— Note bibliographique sur l'« Histoire monétaire des comtes de Louvain, ducs de Brabant et marquis du Saint-Empire romain », par Alph. de Witte. Bruxelles, 1895; extr. in-8° (3 p.).

Folie (*F.*). Annales astronomiques de l'Observatoire royal de Belgique, nouvelle série, tome VII. 1896; in-4°.

Fredericq (*Léon*). Travaux du laboratoire de l'Université de Liége, tome V, 1893-95. 1896.

Piot (*Ch.*). Correspondance du cardinal de Granvelle, tome XII. 1896; in-4° (LXVII-682 p.).

Wauters (*Alph.*). Table chronologique des chartes et diplômes imprimés concernant l'histoire de la Belgique, tome IX (1321-1339). Bruxelles, 1896; in-4° (XLVI-933 p.).

Sleeckx (*D*). Tooneelen en Tooneelzalen. S. l. ni date; in-8° (16 p.).

— Voorbeelden van stijl en letterkunde getrokken uit de Nederlandsche schrijvers. Leesboek, Liége; in-12 (421 p.).

— Beschrijving van Braband. Gand, 1861; pet. in-8° (206 p.).

— Beschrijving der provincie Antwerpen. Anvers, 1852; pet. in-8° (208 p.).

— Robert Hamerling en zijn « Danton und Robespierre ». Anvers, 1878; in-8° (69 p.).

— De visschers van Blankenberg, blijspel met zang in éen bedrijf, 4de uitgaaf. Anvers, 1894; in-18 (28 p.).

— Miss Arabella Knox, eene paardengeschiedenis. Ninove, 1889; in-18 (36 p.).

— Gronden der Nederlandsche spraakleer in betrekking met de programma's van het Staatsbestuur, ten gebruike van lagere en middelbare scholen, 2e uitgave. Namur; pet. in-8° (103 p.).

— Nederlandsche spraakleer ten gebruike der gestichten van middelbaar onderwijs. Namur, 1887; pet. in-8° (150 p.).

— Oefeningen op de Nederlandsche spraakleer ten gebruike der gestichten van middelbaar onderwijs, deel I en II. Namur, 1890; 2 vol. pet. in-8°.

— Stijl en letterkunde voor het opstellen en beoordeelen van Nederlandsche schriften, 2de druk. Liége; pet. in-8° (VI-281 p.).

— Joseph II en zijne regeering. Gand, 1888; in-18° (52 p.).

— Karel VI en Maria-Theresia. Gand, 1888; in-18 (54 p.).

— De patriottentijd. Gand, 1889; in-18 (55 p.).

Sleeckx (*D.*). In 't schipperskwartier, tafereelen uit het vlaamsche volksleven. Gand, 1877; pet. in-8° (307 p.).

— De straten van Antwerpen, kronicken en legenden, deel I en II. Gand, 1877-78; 2 vol. pet. in-8° (301 et 272 p.).

— Dirk Meyer; eene geschiedenis van den waterkant. Gand, 1878; pet. in-8° (356 p.).

— Dramatische werken : I. De kraankinders. Jan Steen uit vrijen. Berthilda. Neel de Loods. II. Grétry. De suikeroom. Meester en knecht. Zoo de ouden zongen, piepen de jongen. III. Zannekin. De alleenloopers. Het spook. De genaamde P... Guldentop. De visschers van Blankenberg. IV. Oude en nieuwe adel. Basilio en Quiteria. De wraak van den jood. Matroos, soldaat en sjouwerman. Het erfdeel. De keizer en de schoenlappers. De vrouw met den baard. Gand, 1878-83; 4 vol. pet. in-8°.

— Verhalen en Novellen. In alle standen en ontmoetingen. Gand, 1879; pet. in-8° (366 p.).

— Verhalen en Novellen. Hildegonde; een verhaal van het einde der XVe eeuw. Gand, 1879; in-8° (246 p.).

— Verhalen en Novellen. Op 't eksterlaar. Herinneringen van afgestorven en van nog levende vrienden. Gand, 1879; pet. in-8° (419 p.).

— Verhalen en Novellen : In de vacantie. Gand, 1880; pet. in-8° (258 p.).

— Literatuur en kunst, deel I en II. Gand, 1880; 2 vol. pet. in-8°.

— Verhalen en Novellen. Tybaerts en Cie, en andere verhalen. Gand, 1881; pet. in-8° (298 p.).

— Verhalen en Novellen. De plannen van Peerjan, neef en nicht, en andere verhalen. Gand, 1882; pet. in-8° (331 p.).

— De scheepstimmerlieden, en andere verhalen. Gand, 1884; pet. in-8° (306 p.).

— De oude monumenten van Luik. Anvers, 1893; in-4° (15 p.).

Stroobant (*Paul*). Les Bielides, résultats des observations de 1895. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (11 p.).

Prinz (*W.*). Atlas photographique de la Lune. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (5 p.).

Henrijean (*Fr.*) et *Corin* (*Gabr.*). Recherches expérimentales sur l'action physiologique et thérapeutique des iodures. Gand, 1896; extr. in-8° (176 p.).

Aubel (*Van*), *Henrijean* et *Corin*. Travaux de thérapeutique expérimentale du laboratoire de l'Université de Liége, tome Ier. Paris, 1894; in-8° (343 p., fig.).

Matthieu (*Ernest*). Histoire de l'enseignement primaire en Hainaut. Mons, 1897; in-8° (492 p.).

Detroz. De l'application des peines comminées par le Code rural aux infractions qu'il prévoit. Discours du 1er octobre 1896. Liége, 1896; in-8° (56 p.).

Petermann (*A.*). Rapport sur les travaux de la station agronomique de l'État, à Gembloux, 1894 et 1895. 2 extr. in-8° (12 et 16 p.).

— Lois spéciales pour combattre la falsification des engrais, des substances alimentaires pour bétail et des semences. Gembloux, 1895; extr. in-8° (17 p.).

— Composition de quelques vins de fruits et de baies. Gembloux, 1895; extr. in-8° (16 p.).

Niffle-Anciaux (*Éd.*). Les repos de Jésus et les berceaux reliquaires, nouvelle édition. Namur, 1896; in-4° (128 p.).

Casteleyn (*A.*). Le socialisme et le droit de propriété. Bruxelles, 1896; in-8° (584 p.).

Hermans (*V.*). Inventaire des archives de la ville de Malines, tome VIII. Malines, 1895-96; in-8°.

de Hoon. Grondbeginselen van de belgische strafvordering. Alost, 1896; in-8° (376 p.).

de la Vallée Poussin (*Louis*). Bodhivasattvacaryâvatâra, exposition de la pratique des Bodhisattvas. Extr. in-8° (13 p.).

de la Vallée Poussin (*Louis*). Caturāryasatyaparīksā. Extrait du XXIV^e chapitre de la Madhyamakavrtti. Leyde, 1896; extr. in-8° (8 p.).

Matthieu (*Ernest*). Histoire de l'instruction publique en Hainaut : Le collège de Saint-Bonaventure, à Fontaine-l'Évêque. Mons, 1896; extr. in-8° (10 p.).

Cumont (*Georges*). P.-F Le Roy, sculpteur namurois (1739-1812). Notes biographiques. Namur, 1896; extr. in-8° (36 p.).

Ministère de l'Intérieur. Exposé de la situation administrative des provinces pour l'année 1895.

ARLON. *Institut archéologique*. Annales, tome XXXI. 1896.

MONS. *Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut*. Mémoires, tomes VI et VIII. 1893-96.

ALLEMAGNE.

Clemen (*Otto*). Johann Pupper von Goch. Leipzig, 1896; in-8° (x-290 p.).

FRANCFORT s/M. *Physikalischer Verein*. Jahresbericht, 1894-95.

— Das Klima von Frankfurt am Main (Julius Ziegler und Professor Dr. Walter König. 1896; gr. in-8°.

BERLIN. *Kgl. geodätisches Institut*. Jahresbericht, 1895-96.

DRESDE. *Gesellschaft für Natur- und Heilkunde*. Jahresbericht, 1895-96.

— *Verein für Erdkunde*. XXV. Jahresbericht, 1896.

FRANCE.

Répertoire bibliographique des sciences mathématiques, 1^re à 4^e séries : fiches n^os 1 à 400. Paris, 1894-96; in-12.

PARIS. *Société d'agriculture de France*. Table générale des principales matières contenues dans le Bulletin depuis 1837 jusqu'à l'année 1894. 1896.

Liste des ouvrages déposés dans la bibliothèque de l'Académie par la Commission royale d'histoire.

De Raadt (*Joh.-Théod.*) et *Stockmans* (*J.-B.*). Geschiedenis der gemeente Schelle. Lierre; in-8° (209-VII p. et une carte).

De Raadt (*J.-Th.*) et *De Munck* (*Émile*). Les Micault belges, leurs portraits et leur histoire. Bruxelles, 1889; extr. in-8° (47 p. et 2 photogr.).

De Raadt (*J.-Th.*). Bestellung von Brüsseler Kunstwirkereien für das Düsseldorfer Schloss (1701). S. l. ni d.; in-8° (10 p.).

— Beaucoup de communes des anciennes XVII provinces des Pays-Bas ont des armoiries incorrectes; citer ces communes et établir leurs blasons conformément aux données historiques. S. l. n. d., in-8° (37 p.).

— Armorial brabançon, recueil d'armoiries inédites. Bruxelles, 1890; extr. in-8° (60 p.).

— Le triptyque de la famille Micault. Bruxelles, 1890; extr. in-8° (16 p.).

— De Heerlijkheden van het Land van Mechelen: Duffel, Gheel en hunne Heeren. Turnhout, 1890; in-8° (119 p.).

— Rapport sur les travaux de la Société d'archéologie de Bruxelles, 1890. Bruxelles, 1891 ; in-8° (42 p.).

— La Maison des Douze-Apôtres à Bruxelles. Bruxelles, 1891; extr. in-8° (23 p.).

— Le manoir de Bosschesteyn, appelé vulgairement Halmalshof et Allemanshof, à Broechem. Malines, 1891; extr. in-8° (59 p., fig. et pl.).

— De heerlijkheden van het land van Mechelen : Norderwijk en zijne heeren. Turnhout, 1892; in-8° (91 p. et 1 pl.).

— Een zoenbrief van de XIV^e^ eeuw betreffende de familie Van der Noot met heraldieke bijzonderheden. Gand, 1893; extr. in-8° (27 p.).

— Le registre de la confrérie de Sainte-Barbe en l'église

Sainte-Gudule à Bruxelles. Une pièce de vers flamande du XVᵉ siècle. Gand, 1893 ; in-8° (29 p.).

— Verzameling van grafschriften en wapens in verschillende noordbrabantsche kerken. Helmond, 1893; in-8° (76 p.).

— Volkskundige mengelingen. Brecht, 1894; in-8° (25 p.).

— Mengelingen over heraldiek en kunst. Anvers, 1874; in-8° (133 p.).

Devillers (*Léopold*). Inventaire analytique des archives de la ville de Mons, tome III. Mons, 1896 ; in-8° (344 p.).

— Inventaire (avec supplément) des cartes et plans manuscrits et gravés qui sont conservés au dépôt des archives provinciales de l'État à Mons. Mons, 1870-1896; 2 cahiers in-4°.

Magnette (*F.*). Saint Frédéric, évêque de Liége (1119-1121). Liége, 1895; extr. in-8° (38 p.).

BRUXELLES. *Société d'archéologie*. Annales, t. X, livraisons 2-4. Annuaire pour 1896.

GAND. *Cercle historique et archéologique*. Bulletin, 3ᵉ année n° 9; 4ᵉ année, nᵒˢ 1-3. Annales, t. II, 3.

LOUVAIN. *Analectes pour servir à l'histoire ecclésiastique de Belgique*, 2ᵉ série, X, 1 et 2. Deuxième section, 2ᵉ fascicule. 1896.

MONS. *Cercle archéologique*. Annales, tome XXV, 1896.

NAMUR. *Société archéologique*. Annales, tome XXI, 2ᵉ liv.; t. XXII, 2ᵉ liv.

SAINT-NICOLAS. *Cercle archéologique du pays de Waes*. Annales, tome XV, 4. 1896.

Ehrenberg (*Dʳ Richard*). Das Zeitalter der Fugger. Geldkapital und Creditverkehr im 16. Jahrhundert, Band I und II. Iéna, 1896; 2 vol. in-8°,

Hergenroether (*Le cardinal Jos.*). Leonis X. Pontificis maximi Regesta glosiosis auspiciis Leonis D. P. PP. XIII. feliciter regnantis e tabularii vaticani manuscriptis voluminibus alisque monumentis adjavantibus tum eidem archivo addictis tum aliis eruditis viris, fasc. 4-8. Fribourg, 1886-91; 3 cah. in-4°.

CARLSRUHE. *Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins;* neue Folge, Band X, 1-3. 1896.

GRAZ. *Historische Landes-Commission.* IV. Bericht, 1895-96.

LUNEBOURG. *Museums-Verein.* Jahresbericht, 1891-95. 1896.

WASHINGTON. *American historical Association.* Annual report, 1894.

NEW-YORK. *Jewish historical Society.* Publications, n° 4, 1894.

NANCY. *Académie de Stanislas.* Mémoires, 5e série, tomes I, III-VI, VIII-XIII, 1884-95.

BESANÇON. *Département du Doubs.* Inventaire-sommaire des archives départementales : Archives civiles, série B, tome III. 1895; in-4°.

PARIS. *Ministère de l'Instruction publique,* Bibliothèque des écoles françaises d'Athènes et de Rome, fasc. 72-74.

— Collection de documents inédits : Rôles gascons, supplément au tome Ier. Remontrances du Parlement de Paris au XVIIIe siècle, tome II, 1895-96; 2 vol. in-4°.

— Bibliographie des travaux historiques et archéologiques, tome III, 1re liv., 1896; in-4°.

SAINT-OMER. *Société des antiquaires de la Morinie.* Bulletin historique, nos 175-176, 1895-96. — Mémoires, tome XXII. — Le Cartulaire de Saint-Barthélemy de Béthume. 1895; in-4°.

Pamphilj (le prince D. Alfonso Doria). Lettere di D. Giovanni d'Austria a D. Giovanni Andrea Doria I. Rome, 1896; in-4° (97 p.).

ROME. *Accademia dei Lincei.* Rendiconti, Scienze morali, serie quinta, vol. V, fasc. 1-9. Atti, parte 2a, scavi, 1895 dicembre-1896 settembre.

Rome. *Società romana di storia patria.* Archivio, vol. XIX, fasc. 1-2, 1896.

Bibliotheca apostolica vaticana :

— *Regestvm Clementis Papae V*, ex vaticanis archetypis sanctissimi domini nostri Leonis XIII pontificis maximi ivssv et mvnificentia nvnc primvm editvm cvra et stvdio monachorvm ordinis S. Benedicti, 1884-88, I-IX. Appendices, tomvs I. Rome, 1885-1892 ; 8 vol. in-4°.

— *Regesta Honorii Papae III*, ivssv et mvnificentia Leonis XIII pontificis maximi ex vaticanis archetypis aliisqve fontibvs, edidit Sac. Petrvs Pressvtti I. V. D., volvm. I et II. Rome, 1888-95; 2 vol. in-4°.

— Al sommo pontefice Leone XIII, omaggio giubillare. Rome, 1888 ; volume in-folio (illustrations).

— Seu Tatiani evangeliorum harmoniae Arabice. Rome, 1888 ; in-4°.

Codices manuscripti recensiti iubente Leone XIII : codices urbinates Græci ; codices reginae Svecorum et Pii PP. II ; codices manuscripti graeci ottoboniani ; codices Palatini Græci ; codices Palatini latini, tom. I. 1885-95 ; 5 vol. in-4°.

— Il Grande papiro egizio della Bibliotheca vaticana. Rome, 1888 ; vol. in-4° (VIII-141 p., pl.).

— *Marucchi* (*Horatius*). Monumenta papyracea aegyptia Bibliothecae vaticanae. Rome, 1891 ; in-4° (IX-136 p., pl.).

— Monumenta papyracea latina Bibliotecae vaticanae. Rome, 1895 ; in-4° (IX-57 p., pl.).

Stevenson (*Enrico*). Inventario dei libri stampati Palatino-vaticani, volum. I e II. Rome, 1886-91 ; 4 vol. in-4°.

Neuchatel. *Société de géographie.* Bulletin, t. VIII, 1895.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1896. — N° 12.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 5 décembre 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Gilkinet, *vice-directeur;* le baron de Selys Longchamps, G. Dewalque, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Fr. Crépin, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, P. De Heen, C. Le Paige, F. Terby, J. Deruyts, H. Valérius, L. Fredericq, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* J.-B. Masius, A.-F. Renard, L. Errera, A. Lancaster et G. Cesàro, *correspondants.*

En ouvrant la séance, M. le Directeur adresse les félicitations de la Classe à M. L. Fredericq, pour le prix quinquennal des sciences médicales qui vient de lui être décerné, en partage avec M. Nuel, pour leurs *Éléments de physiologie humaine.* (Applaudissements.)

M. Fredericq remercie la Classe pour cette nouvelle marque de sympathie.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, les deux volumes suivants, publiés en 1880-1881 par la Société royale de médecine publique de Belgique :

Assemblée nationale scientifique d'hygiène et de médecine publique de 1880; tome Ier, Rapports; tome II, Discussions.

— Remerciements.

— M. George Donny remercie la Classe, au nom de sa famille, pour le discours prononcé aux funérailles de son père, François Donny.

— Le Comité pour la célébration du soixante-dixième anniversaire de naissance de Stanislas Cannizzaro, avait demandé que l'Académie s'associât à cette manifestation, qui a eu lieu à Rome, le 21 novembre dernier.

Les sentiments de l'Académie ont été exprimés au Comité par M. le Secrétaire perpétuel.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Service climatologique de l'Observatoire royal de Belgique; Instructions pour les stations de troisième ordre;* par A. Lancaster;

2° *Les grandes modalités cliniques de la pneumonie, envisagées au point de vue de leur traitement;* par C. Vanlair;

3° *Notice sur les travaux scientifiques de Bernard Renault*, associé de l'Académie;

4° a. *Rubra Canicula. Considerazioni sulla mutazione di colore che si dice avvenuto in Sirio;* b. *Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topographia del pianeta Marte;* par G.-V. Schiaparelli, associé;

5° *Lezioni di Geometria intrinseca;* par Ernesto Cesàro, à Naples;

6° *Rêve d'un profane sur la navigation aérienne de demain*, brochure et quatre plans photographiés; par le colonel en retraite V. Goffinet.

— Remerciements.

— Travaux manuscrits renvoyés à l'examen :

1° *Étude sur les effluves électriques*, deuxième partie; par Alex. de Hemptinne. — Commissaires : MM. De Heen et Van der Mensbrugghe;

2° *Sur les dérivés cadmiques halogénés de l'antipyrine;* par M.-C. Schuyten, docteur en sciences. — Commissaires : MM. Spring et Jorissen;

3° *Sur un nouveau développement de la fonction Gamma, qui contient la série de Stirling et celle de Kummer;* par G. Landsberg, à Heidelberg. — Commissaires : MM. Mansion, J. Deruyts et Neuberg.

CONCOURS.

Conformément à l'article 38 du règlement général, il est donné lecture des rapports sur les travaux reçus pour le concours annuel et pour les prix Stas et Mailly.

La Classe se prononcera dans la séance du 15 sur les conclusions des rapports de ses commissaires.

ÉLECTIONS.

La Classe procède à l'élection de :

1° Sa Commission spéciale des finances pour 1897. — Les membres sortants sont réélus;

2° De quatorze noms pour la formation du jury qui sera chargé de juger la première période du concours décennal des sciences minéralogiques. Cette liste sera transmise à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

RAPPORTS.

La Classe décide le dépôt aux archives :

1° D'une lettre de M. Constantin Emmanuel, à Constantinople (*mouvement perpétuel*), examinée par M. Valérius;

2° D'une note de M. le chevalier A. de Longrée (*tempêtes et cyclones*), examinée par M. A. Lancaster.

Sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur ; par J. Beaupain.

Rapport de M. J. Deruyts, premier commissaire.

« M. Beaupain a communiqué précédemment à l'Académie deux mémoires sur les équations hypergéométriques E (n, m) :

$$x^{n-1}y^{(n)} + L_1 x^{n-2} y^{(n-1)} + \cdots + L_{n-1}y' = x^m y^{(m)} + \cdots + K_m y.$$

Il résulte des recherches de l'auteur que pour $n > m + 1$, les substitutions

$$y = \int e^{(n-m)\left(\frac{x}{v}\right)^{\frac{1}{n-m}}} v^{\rho-1} V_1 dv \text{ et } y = \int e^{(n-m-1)\left(\frac{x}{v}\right)^{\frac{1}{n-m-1}}} v^{-\rho_1} V_2 dv,$$

dans lesquelles les intégrales sont convenablement définies, déterminent V_1 et V_2 respectivement comme solutions d'équations E $(n - 1, n - 1)$ et E $(n - 1, n - 2)$.

Dans son nouveau travail, M. Beaupain détermine les constantes des équations réduites et obtient comme conséquence un double système d'intégrales définies multiples, pour représenter les solutions principales de E (n, m) (à l'exclusion des solutions logarithmiques). Les formules généralisent celles qui avaient été données dans les deux mémoires précédents, pour le cas de $m = 0$.

Les résultats obtenus dans l'étude des fonctions hypergéométriques trouvent des applications importantes aux équations

$$y^{(n)} = x^p . y \quad \text{et} \quad y^{(n)} = \left(x^p + \frac{B}{x^n}\right) y,$$

dont la première a fait l'objet de nombreux travaux des géomètres (Labatto, Kummer, MM. Pochhammer et de Tilly). Ces équations sont ramenées à la forme E $(n, 0)$.

La transformation employée permet d'indiquer les valeurs de n et de p pour lesquelles l'équation $y^{(n)} = x^p y$ n'a pas de solution logarithmique; en même temps, les solutions sont exprimées en intégrales définies $(n - 1)$ uples.

Au cours de ses recherches, l'auteur rattache à son sujet diverses classes d'équations déjà considérées par MM. Le Paige et Lommel; il signale en outre certaines équations hypergéométriques qui s'intègrent sous forme finie.

Le nouveau travail de M. Beaupain me paraît très digne, comme les précédents, d'être publié dans les recueils de l'Académie; je propose à la Classe de décider l'impression dans les *Mémoires* in-4°. »

MM. Le Paige et Mansion déclarant se rallier aux conclusions du rapport de M. J. Deruyts, celles-ci sont adoptées par la Classe.

Lettre de M. Stephan Emmens.

Rapport de M. W. Spring, premier commissaire.

« M. Stephan Emmens croit devoir porter à la connaissance de l'Académie qu'il a découvert *l'existence de certaines relations de poids* chez les corps, relations qui mettraient en cause l'exactitude de l'hypothèse de Newton sur la gravitation, la théorie de Dalton sur les atomes et les hypothèses d'Avogadro et de Bernoulli sur les gaz.

Cette lettre a sans doute pour objet de prendre date pour cette découverte. Quoi qu'il en soit, j'estime que l'Académie doit se borner, pour le moment, à conserver cet écrit dans ses archives, car M. Emmens ne dit encore rien qui pourrait permettre d'apprécier la valeur de sa découverte. »

M. Van der Mensbrugghe, second commissaire, propose le dépôt aux archives de la lettre de M. Emmens en attendant que celui-ci fasse connaître en quoi consiste sa découverte.

— Adopté.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Les mers quaternaires en Belgique, d'après l'étude stratigraphique des dépôts flandriens et campiniens et de leurs relations avec les couches tertiaires pliocènes; par Michel Mourlon, membre de l'Académie.

A toutes les époques géologiques, il y a eu des continents et des mers; aussi peut-on s'étonner que durant la période quaternaire, les phénomènes fluviaux aient, en Belgique, exercé une si grande action et donné naissance à de si importants dépôts de cailloux et de limons sans que l'on ait pu constater encore jusqu'ici l'existence, ou tout au moins la succession des sédiments marins qui leur sont contemporains.

La raison en est, peut-être, que les régions de la Belgique où l'on pouvait surtout espérer les rencontrer, je veux parler des Flandres et de la Campine, n'avaient encore été que peu ou point étudiées à ce point de vue spécial. Pour combler cette lacune, il fallait pouvoir se livrer à une étude stratigraphique détaillée des dépôts quaternaires de ces régions et rechercher quelles sont leurs relations avec nos couches tertiaires pliocènes les moins anciennes.

Je suis heureux que les travaux de levés de la Carte géologique du pays m'aient fourni l'occasion d'aborder cet intéressant problème.

Un simple coup d'œil jeté sur la carte du sol de la Belgique, d'André Dumont, montre que les dépôts superficiels ou quaternaires, en dehors bien entendu des dépôts modernes de la plaine maritime, constituent deux grandes formations assez tranchées pour avoir pu être délimitées sur la carte.

L'une au S. où domine le limon, c'est l'hesbayen de Dumont, et l'autre au N. formée presque exclusivement de sables, c'est le campinien du même auteur.

Celui-ci renseigne dans la légende de sa carte le sable campinien comme étant antérieur au limon hesbayen.

Depuis près d'un demi-siècle qu'a paru l'œuvre magistrale du grand stratigraphe, on a émis des opinions fort différentes sur l'âge relatif de ces deux formations.

Certains auteurs ont considéré le sable campinien comme étant postérieur au limon hesbayen.

On verra plus loin que cette divergence d'opinions provient de ce que l'on a confondu sous le nom de « campinien » des dépôts d'âge bien différent.

Déjà en 1885, MM. Rutot et Van den Broeck ont distingué dans la grande masse sableuse du campinien de Dumont, deux parties qu'ils ont rangées l'une à la base du quaternaire et l'autre tout au sommet (1).

Ils ont conservé le nom de « campinien » à la masse plus spécialement représentée dans la Campine limbourgeoise en relation directe avec les dépôts de la Meuse, et ils ont donné le nom de « flandrien » à la masse surtout répandue dans les Flandres.

---

(1) *Ann. de la Soc. roy. malac. de Belgique*, t. XX, pp. LXXVIII-LXXXII.

C'est cette interprétation qui a prévalu dans la légende de la nouvelle carte et que j'ai par conséquent appliquée sur les planchettes dont le levé m'a été confié, tant sur le littoral que dans les Flandres et sur tout l'espace compris entre celles-ci et le Limbourg hollandais.

Il ne sera pas sans intérêt de faire connaître le résultat des observations que ce grand travail m'a permis d'effectuer et de rechercher dans quelle mesure les conclusions qu'il y a lieu d'en tirer concordent avec l'interprétation de mes distingués collègues du Service de la carte géologique.

Dans l'exposé des faits ci-après, je suivrai le même ordre que celui dans lequel je les ai observés en poursuivant mes levés de l'O. à l'E.

Je désignerai, autant que possible, les différentes couches de mes nombreuses coupes par les mêmes notations que celles adoptées dans la légende de la carte. Toutefois, je ferai une exception pour celles de ces couches dont je suis arrivé à pouvoir préciser la position stratigraphique sous les amas de cailloux que tous les géologues sont unanimes à considérer comme formant la base du campinien proprement dit.

C'est assez dire que ces couches, considérées avec raison comme quaternaires dans la légende de la carte et reconnues maintenant comme étant plus anciennes que le campinien, doivent forcément être rapportées au terme le plus ancien de notre quaternaire inférieur ou diluvien, c'est-à-dire au moséen.

En acceptant l'interprétation que je propose pour les couches en question, elle n'entraînera pour la carte géologique en voie d'achèvement qu'un faible changement à apporter à la deuxième édition des feuilles déjà publiées. Il consistera à substituer, pour les différents horizons lithologiques des couches moséennes, la notation *q1* à la notation *q2*, laquelle sera réservée au campinien proprement dit.

Qu'il me soit permis de faire remarquer que s'il m'a été possible de mener à bonne fin mes travaux de levés et de tenter l'étude stratigraphique des dépôts qui font l'objet de cette communication, c'est grâce à l'emploi de nouveaux appareils de sondage qui me permettent de reconnaître la constitution du sol jusqu'à plus de 80 mètres de profondeur.

Ce sont ces grands sondages qui m'ont fait reconnaître notamment que le facies marin du flandrien s'étend beaucoup plus à l'intérieur du pays qu'on ne le supposait. C'est ainsi qu'il m'a été possible de renseigner l'existence dudit facies dans la légende des feuilles de Nieuport-Leke, Watervliet, Bassevelde-Selzaete, Langelede-Stekene, Evergem-Loochristy, Wetteren-Zele et Termonde-Puers.

Ce sont encore les grands sondages qui ont décelé la présence à différents niveaux dans le flandrien marin d'abondantes *Corbicula fluminalis*. C'est d'abord le sondage du Petit-Crocodile, pratiqué à la limite de ma planchette de Nieuport avec celle de Middelkerke, levée par M. Rutot, et dont voici la coupe :

Sondage du Petit-Crocodile.

		Mètres.
alp1.	1. Argile grise des polders.	1,50
alr2.	2. Argile sableuse, grise, coquillière, à *Cardium* et *Mytilus*	6,40
	3. Sable gris, coquillier.	1,30
	A REPORTER. . .	9,20

		Mètres
	Report. . .	9,20
	4. Argile sableuse semblable au numéro 2 et renfermant les mêmes coquilles, avec linéoles très sableuses.	4,30
q4m.	5. Sable gris quartzeux légèrement glauconifère	0,30
	6. Argile sableuse coquillière.	1,00
	7. Sable identique au numéro 5, mais très coquillier, renfermant, outre la *Corbicula fluminalis*, les espèces suivantes dont la détermination, de même que celle des espèces qu'on trouvera renseignées plus loin dans le sondage de Leffinghe, sont dues à M. G. Vincent :	

Lamna elegans.
Balanus.
Buccinum undatum.
Vermetus (Serpula) intortus.
Littorina littorea.
Scalaria communis.
Dentalium sp.?
Ostrea edulis.
Pecten (Chlamys) opercularis.
Mytilus edulis.
Pectunculus glycimeris.
Nucula nucleus.
Woodia digitaria.
Cardium edule.
Donax anaticum.
Solen ensis.
Mactra subtruncata.
Pholas sp.?
Tellina baltica.
— *tenuis.*
Echinocyamus pusillus.
Piquants d'Échinodermes.
Bryozoaires.

	La couche numéro 7 a une épaisseur de	6,20
	8. Argile grise coquillière, avec graviers et petits cailloux à la base	0,50
Yc.	9. Argile gris foncé ypresienne	1,00
	Total. . .	22,50

Un deuxième sondage à Leffinghe, au contact de ma planchette de Leke et de celle d'Ostende, levée par M. Rutot, a donné la coupe suivante :

Sondage de Leffinghe.

			Mètres.
alp1.	1.	Argile grise des polders.	1,50
alr2s.	2.	Sable quartzeux, gris blanchâtre, légèrement glauconifère	10,70
q4m.	3.	Sable quartzeux, avec cailloux roulés de silex, très coquillier, à *Corbicula fluminalis* et autres nombreuses espèces qui sont, outre celles renseignées plus haut dans la couche numéro 7 du sondage du Petit-Crocodile, les suivantes :	

Crustacés indéterminés.
Succinea Pfefferi.
Pleurotoma turricula.
Limnea truncatula.
Mangilia costata.
Pisanella reticulata.
Nassa reticulata.
— *pygmæa.*
— *prismatica.*
Murex clathratus.
— *erinaceus.*
Purpura lapillus.
Cypræa Europæa.
Cerithium reticulatum.
Turritella Solanderi.
— sp.?
Rissoia ulvæ
Valvata piscinalis.
Velutina lævigata.
Natica Alderi.
— *monilifera*
Adeorbis subcarinatus.
Scalaria clathratula.
Odostomia pupa
Phasianella pullus.

Trochus cinerarius.
— *Zizyphinus.*
— *millegranum?*
Cyclostrema serpuloides.
Emarginula rosea.
Acmæa virginea.
Dentalium entalis.
Pecten (Chlamys) palustrea.
— *varius.*
Modiola barbata.
Arca lactea.
Montacuta bidentata.
Cardium papillosum.
Cytherea sp.?
Venus ovata.
Tapes pullastra.
— sp.?
Cyclas cornea.
Pisidium amnicum.
Solen vagina.
Mya truncata.
— sp.?
Saxicava rugosa.
Barnea candida.
Zirfæa crispata.

A REPORTER. . . 12,20

			Mètres.
		REPORT. . .	12,20

Lucina divaricata.
Syndesmya alba.
Semele piperata.
Venus striata.

Foraminifères sp.?
Nummulites variolaria? ou
Wemmelensis?

		La couche numéro 3 a une épaisseur de	12,10
	4.	Argile grise, coquillière, avec gravier et cailloux .	0,60
Yc.	5.	Argile gris foncé ypresienne	4,50
		TOTAL. . .	29,40

Les autres sondages que nous avons effectués, de concert avec M. Rutot, au contact de nos feuilles respectives de Breedene-Houttave (Rutot) et de Ghistelles-Zedelghem (Mourlon), n'ont donné que du flandrien sans coquilles. Celui au sud d'Oudenbourg a traversé 8^{m},80 de sable flandrien et 5^{m},60 d'argile grise plastique que nous rapportons au paniselien inférieur (*P1m*); celui au nord de Snelleghem n'a rencontré que 5^{m},20 de sable flandrien séparé de l'argile grise schistoïde (*P1m*) par 12 mètres de sables quartzeux et argileux (*P1d-b*).

J'ai encore rencontré le flandrien marin dans un grand nombre de sondages. C'est d'abord dans ceux dont j'ai déjà publié la coupe (1), de Watervliet, de Bassevelde, de Bouchoute et d'Assenede (pl. Selzaete), de Zwarten-Ruiter et Vernitersten (pl. Langelede), de Zwartenberg à l'ouest de Stekene et du hameau de Sainte-Anne (pl. Lokeren).

Enfin j'en ai reconnu la présence sur la planchette de Wetteren, au hameau de Beirvelde, où un sondage pratiqué à la cote 7, dans la cour de l'habitation de M. J.-B. Desmedt, m'a donné la coupe ci-après :

---

(1) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXII, 1895, pp. 237-256.

Sondage de Beirvelde.

(Pl. Wetteren.)

			Mètres.
q4.	1.	Sable quartzeux, gris blanchâtre, avec quelques grains de glauconie	6,20
q4m.	2.	Idem, gris jaunâtre, avec quelques traces de coquilles (*Cardium*)	2,80
	3.	Sable quartzeux, grisâtre, avec très faibles traces de coquilles	1,00
	4.	Sable quartzeux, grisâtre, coquillier	1,30
	5.	Sable gris argileux, avec linéoles de sable un peu grossier	0,80
	6.	Sable quartzeux, grisâtre, coquillier, avec petits fragments argileux	3,70
	7.	Idem, très grossier et très coquillier (*Cardium*), avec petits cailloux	1,20
	8.	Sable quartzeux, grisâtre, peu coquillier, avec rares cailloux	1,00
	9.	Idem, avec nombreux graviers, cailloux, coquilles, fragments de bois et fossiles remaniés tels que *Nummulites* et *Ditrupa*	0,90
We.	10.	Sable fin, gris pâle, pulvérulent, légèrement argileux, fossilifère, à *Operculina* et *Nummulites Wemmelensis*	0,30
	11.	Sable fin, grisâtre, légèrement glauconifère, avec nombreux spicules de Spongiaires, *Operculina*, *Nummulites Wemmelensis* et rares *Ditrupa*, graviers	0,80
Le.	12.	Grès dur, non percé de l'éocène supérieur ledien.	
		TOTAL.	20,00

Au S. du sondage précédent, j'en ai fait encore deux autres qui n'ont plus rencontré que du sable flandrien non coquillier. C'est d'abord celui effectué contre la route de Gand, au cabaret *In de Kroon*, qui a traversé, avant de toucher le sable wemmelien, 23 mètres de sables avec gravier et cailloux, présentant à la profondeur de 13m,80 une couche tourbeuse avec fragments de bois.

Le deuxième sondage, pratiqué au hameau de Kerkstraet, a rencontré 23m,40 des mêmes dépôts flandriens qu'une épaisse couche de cailloux séparait du dépôt argilo-sableux légèrement pailleté que je rapporte au wemmelien.

Le point le plus éloigné du littoral où il m'a été donné d'observer la présence du sable flandrien coquillier est à Termonde, où les échantillons réunis par M. l'architecte Bouwens et provenant du puits artésien construit par la ville rue Lindanus, m'ont permis de constater, au-dessus de 50 mètres de dépôts appartenant aux étages ypresien, paniselien et ledien, la présence d'une masse sableuse de 18 mètres se rapportant en majeure partie au flandrien avec un peu de dépôt tourbeux moderne à la partie supérieure. Le sable gris coquillier flandrien a fourni, à la profondeur de 13m,10 de l'orifice du puits, outre du bois fossile, la *Corbicula fluminalis*, *Valvata piscinalis*, *Bithinia Leachi ? Bithinia tentaculata ?* (opercules), une graine de *Chara* et des Entomostracés.

La limite orientale du sable flandrien coquillier qu'on vient de voir passer par Termonde, s'étend vers le N. un peu à l'E. de la planchette de Stekene.

Et, en effet, de même que le sondage déjà mentionné de Zwartenberg, à l'O. de Stekene, celui pratiqué à la limite orientale de la même planchette, à la station de La Clinge, située à la frontière de Hollande, m'a fourni encore des traces incontestables de coquilles marines.

Seulement, celles-ci se trouvent en ce dernier point, pour la première fois, à deux niveaux et dans des sables d'aspects bien différents.

Or, sans qu'il y ait interposition de gravier apparente entre ces sables, leur examen attentif met hors de doute leur identité avec des sables coquilliers d'autres sondages décrits plus loin et que leurs caractères paléontologiques aussi tranchés que leurs caractères minéralogiques ont permis de rapporter avec certitude à deux étages différents: le supérieur au quaternaire flandrien marin et l'inférieur au pliocène supérieur poederlien.

Voici, pour commencer, la coupe que m'a fournie le sondage de La Clinge à la cote 5 :

Sondage de La Clinge.

(Pl. Stekene.)

			Mètres.
q4.	1.	Sable quartzeux, gris jaunâtre	3,50
	2.	Idem, gris blanchâtre	2,00
	3.	Sable tourbeux	1,20
	4.	Sable semblable au n° 2.	5,00
q4m.	5.	Sable quartzeux, grisâtre, avec traces de coquilles marines	1,00
Po.	6.	Sable gris verdâtre, foncé, glauconifère, finement pailleté, identique aux sables poederliens rencontrés respectivement à la profondeur de 21 mètres au sondage de Kieldrecht et à celle de plus de 42 mètres au grand sondage de Calmpthout, qu'on trouvera décrits plus loin, renfermant des fragments d'*Ostrea*	2,50
	7.	Idem, avec cailloux noirs et petits cailloux de quartz blanc	1,00
	8.	Cailloux dans l'argile rupelienne.	1,20
R2c.	9.	Argile grise, plastique du rupelien supérieur (oligocène moyen).	1,50
		Total. . .	18,90

Au N.-E. du sondage précédent, on voit, toujours sur la frontière de Hollande, au Fort Verboom, à l'O. de Kieldrecht, affleurer un sable légèrement glauconifère, gris blanchâtre et jaunâtre, parfois brunâtre, d'aspect limoneux, avec lits concrétionnés, pétris de coquilles : *Fusus contrarius*, *Ostrea edulis*, *Pecten opercularis*, *Cyprina Islandica*, *Mya?*... *Pectunculus*, etc.

Ce sable est recouvert d'une couche de 0^{m},50 de sable rouge brunâtre, ferrugineux, très graveleux (*q4*), et un petit sondage pratiqué dans l'une des sablières où on l'a exploité sur 1^{m},50 d'épaisseur, a permis de le percer encore sur 3^{m},70.

Il est assez intéressant de constater que ce sable, qui paraît bien être du pliocène supérieur poederlien, diffère, par ses caractères minéralogiques, autant de celui rapporté au même étage, dans le sondage de La Clinge, que de ceux traversés par le grand sondage que j'ai pratiqué au village même de Kieldrecht et dont voici la coupe, à la cote 3 :

Sondage de Kieldrecht.

			Mètres.
q4.	1.	Sable quartzeux, gris blanchâtre	3,80
	2.	Sable tourbeux.	0,30
	3.	Sable semblable au n° 1, mais un peu plus foncé .	4,70
Po.	4.	Sable gris, coquillier, à *Corbula gibba*, var. *rotundata,* rencontrée à quatre niveaux différents avec les espèces suivantes : *Balanus.* *Turritella incrassata.* *Natica varians.* *Vermetus (Serpula) intortus?* *Nassa reticularis.* *Capullaria denticulata.* *Ditrupa.* *Ostrea edulis.* *Pecten (Chlamys) opercularis.*	
		A REPORTER. . .	8,80

		Mètres
	REPORT. . .	8,80
	Pectunculus glycimeris. *Nucula nucleus.* *Cardium edule.* *Cyprina Islandica.* *Corbula gibba*, var. *rotundata.* *Astarte incerta.* — *Basteroti.* *Cardita orbicularis.* Bryozoaires.	
	De petits cailloux s'observent à partir de 2m,20 dans le sable n° 4, qui a une épaisseur de	13,20
	5. Sable gris verdâtre foncé, glauconifère, sans coquilles, identique au sable poederlien du grand sondage de La Clinge	3,80
	6. Sable gris avec petits cailloux opaques, coquillier, formé en majeure partie de *Vermetus (Serpula) intortus*, et de quelques autres coquilles marines, telles que : *Emarginula fissura, Turritella incrassata, Lucina borealis, Nucula nucleus, Pecten opercularis, Cyprina Islandica*	3,60
	7. Sable gris verdâtre foncé, glauconifère, sans coquilles, avec petits cailloux opaques et translucides blancs et noirs, devenant argileux au contact de l'argile 8	0,80
R2c.	8. Argile grise plastique du rupelien supérieur . . .	1,70
	TOTAL. . .	31,90

A l'E.-N.-E. du sondage précédent, au Doel, planchette de Lillo, sur la rive gauche de l'Escaut, un autre sondage, à la cote 5, a permis de constater que le flandrien fait complètement défaut en ce point, les sables poederliens à *Corbula gibba*, var. *rotundata*, y étant recouverts directement par des dépôts modernes, comme le montre la coupe ci-après :

Sondage de Doel.
(Pl. Lillo.)

		Mètres.
r.	1. Remanié	2,00
alr2.	2. Sable gris foncé, légèrement argileux et tourbeux .	1,10
	3. Argile sableuse, pailletée, légèrement tourbeuse .	1,50
	A REPORTER. . .	4,60

		Mètres.
	Report. . .	4,60
t.	4. Tourbe	1,40
alr1.	5. Sable gris foncé, légèrement tourbeux	3,70
	6. Argile grise, finement pailletée, avec fragments de bois	1,00
Po.	7. Sable gris verdâtre, glauconifère, coquillier à Corbules et autres fossiles :	

Balamus.
Turritella incrassata.
Natica varians.
Nassa reticulata.
Ditrupa.
Gastéropodes sp.?
Pecten (Chlamys) opercularis.
Corbula gibba, var. *rotundata.*
Lamellibranches sp.?

avec linéoles argileuses, coquillières, renfermant également la Corbule	6,40
Total. . .	17,10

A l'extrémité N.-E. de la planchette de Lillo réapparaît de nouveau le flandrien, qui se prolonge vers l'E. sur la planchette d'Eeckeren.

Néanmoins, le sondage de Stabroeck, pratiqué à la cote 5, sur cette dernière planchette, a traversé, avant d'atteindre le poederlien, plus de 12 mètres de sable grossier à gros grains de quartz, que je ne rapporte que sous toutes réserves au flandrien, comme le montre la coupe ci-après :

Sondage de Stabroeck.

(Pl. Eeckeren.)

		Mètres.
q4?	1. Sable grisâtre, très quartzeux, assez grossier	6,10
	2. Idem, un peu plus foncé, avec petits fragments de bois	5,80
Po.	3. Sable demi-fin, gris verdâtre, légèrement glauconifère, avec quelques paillettes de mica	2,00
	A reporter. . .	13,90

		Mètres.
	REPORT. . .	13,90
4.	Sable gris, très quartzeux, avec petits cailloux blancs et noirs, coquillier, renfermant, outre la *Corbula gibba*, var. *rotundata*, *Fusus ?*, *Pecten (Chlamys) opercularis*, *Cyprina Islandica* . . .	1,90
5.	Matière dure, blanchâtre	0,20
6.	Sable à Corbules, semblable au nº 4 et renfermant, outre les espèces y renseignées, *Balanus* et Lamellibranches sp.?	3,20
7.	Linéole de sable gris, argileux, coquillier, avec la Corbule et le *Pecten opercularis*	0,30
8.	Sable gris, légèrement glauconifère, coquillier, à Corbules, *Pecten opercularis* et *Cyprina Islandica*.	0,60
9.	Linéole argileuse, coquillière à Corbules, *Natica? Cyprina Islandica*, etc.	0,30
10.	Sable gris, coquillier.	1.00
11.	Sable gris, argileux, coquillier à Corbules . . .	2,80
	TOTAL. . .	24,20

C'est un peu à l'E. et au N. de ce dernier sondage qu'apparaissent pour la première fois, sous les sables flandriens, des argiles et des sables quartzeux, légèrement pailletés, séparés des premiers par un niveau de cailloux et de gravier.

Les argiles donnent lieu, à l'E.-N.-E. de Stabroeck, tant sur la planchette d'Eeckeren que sur celle de Cappellen, à d'importantes exploitations.

On verra par la suite que ce sont les argiles dites de la Campine qui, avec les sables exploités dans cette région, ont été rangés par erreur dans le campinien (*q2*) et doivent être rapportés, comme il est dit en commençant, au moséen (*q1*).

Il convient de faire remarquer que, dans la partie de la Campine anversoise où nous sommes arrivés, le dépôt sableux supérieur n'est plus, à proprement parler, du véritable flandrien, mais bien, comme l'indique du reste la légende en lui attribuant la même notation *q4*, du « sable supérieur ou remanié de la Campine ».

Il arrive même parfois que l'on constate l'absence de ce dernier sable, notamment sur le territoire des planchettes de Calmpthoutschenhoek et de Calmpthout, comme le montre la coupe ci-après du grand sondage que j'ai fait pratiquer, à la cote 21, au village de Calmpthout, chez M. le brasseur Beyers :

Sondage de Calmpthout.

			Mètres.
q1a.	1.	Argile jaune, bigarrée de grisâtre	2,40
	2.	Argile sableuse, pailletée, gris bleuâtre, avec linéoles plus argileuses	3,30
q1s.	3.	Sable gris, pailleté	3,50
t.	4.	Tourbe formant une couche de 0m,30 sur 1m,70 de sable quartzeux, légèrement tourbeux	2,00
q1a.	5.	Argile grise, pailletée, passant au sable argileux .	3,50
q1s.	6.	Sable gris, pailleté, demi-fin	16,30
	7.	Idem, parfois un peu argileux	3,00
	8.	Sable quartzeux, gris blanchâtre, finement pailleté, avec fragments de bois	2,00
	9.	Idem, très quartzeux, grossier, graveleux. . . .	2,10
	10.	Sable un peu moins grossier et un peu plus foncé que le précédent	3,90
	11.	Sable assez grossier, finement pailleté, avec un débris de cailloux et quelques fragments argilo-ferrugineux, probablement remaniés de la couche 12	0,80
Po.	12.	Sable gris verdâtre foncé, glauconifère, finement pailleté, identique au sable pliocène supérieur poederlien du sondage de Kieldrecht (couche nº 5), avec petits fragments de grès ferrugineux . . .	1,70
		TOTAL. . .	44,50

On retrouve la même disposition de couches que celle du sondage précédent, au S.-E. de ce dernier, au grand sondage pratiqué chez M. Cornelius Fraeters, à Sternhoven, au S.-O. de Brecht, à la cote 23, et dont voici la coupe :

Sondage de Sternhoven.

(Pl. Brecht.)

			Mètres.
q1sa.	1.	Sable quartzeux, gris, légèrement argileux . . .	6,10
q1a.	2.	Argile grise, pailletée	0,70
q1as.	3.	Idem, devenant sableuse et passant au sable . . .	1,20
q1s.	4.	Sable gris, assez fin, légèrement pailleté	0,50
	5.	Sable gris, quartzeux, grossier, avec une linéole argileuse au sommet	7,60
	6.	Sable quartzeux, gris blanchâtre.	1,90
	7.	Sable quartzeux, gris, devenant grossier vers le bas.	12,00
Po.	8.	Sable quartzeux, gris, glauconifère, coquillier, *Corbula gibba*, var. *rotundata*	9,00
	9.	Sable quartzeux, graveleux, avec cailloux de grès à la base, très coquillier et renfermant, outre la Corbule, une pince de Crustacé, des Balanes, Gastéropodes et Lamellibranches, tels que *Astarte* sp.? *Cardium* sp.? *Pecten (Chlamys) opercularis*, *Lucina borealis*, etc.	
		La couche numéro 9 a une épaisseur de	4,30
	10.	Sable assez fin, d'un gris pâle.	0,20
	11.	Grès blanc non percé	0,00
		TOTAL. . .	43,50

Au S.-E. du précédent sondage de la planchette de Brecht, j'en ai effectué encore deux autres sur le territoire de la planchette contiguë d'Oostmalle : l'un près de l'abbaye de la Trappe, au S.-O. de Westmalle, et l'autre au village même d'Oostmalle.

Voici la coupe du premier de ces sondages, à la cote 20 :

Sondage de la Trappe.

(Pl. Oostmalle.)

			Mètres.
q1s.	1.	Sable quartzeux, gris blanchâtre	2,00
q1a.	2.	Argile grise, parfois noirâtre, finement pailletée de mica dans le sable.	0.60
q1s.	3.	Sable quartzeux, gris blanchâtre.	3,80
	4.	Idem, gris bleuâtre	4,30
t.	5.	Argile sableuse tourbeuse	0,30
	6.	Tourbe et bois	0,20
q1a.	7.	Argile grise et noire	7,80
Po?	8.	Argile sableuse brun verdâtre, finement pailletée de mica	1,40
	9.	Sable demi-fin, gris verdâtre foncé, légèrement glauconifère	2,20
	10.	Argile sableuse brun verdâtre, interstratifiée de sable jaunâtre, avec faibles traces de bois et un caillou.	0,50
Po.	11.	Sable demi-fin, gris verdâtre foncé	1,00
	12.	Sable gris, coquillier, légèrement graveleux, avec un caillou de quartz blanc	0,80
	13.	Idem, sans caillou apparent	0,80
	14.	Sable gris, demi-fin, glauconifère, coquillier, renfermant, outre la *Corbula gibba*, var. *rotundata*, les espèces suivantes :	

Balanus.
Turritella incrassata.
Fusus?

Cardium sp.?
Astarte incerta.
Pecten (Chlamys) opercularis.

		La couche nº 14 renferme des fragments de grès et a une épaisseur de.	2,40
	15.	Sable argileux, coquillier	0,10
		TOTAL. . .	28,20

Le fait le plus saillant qui ressort de la coupe précédente, c'est le passage pour ainsi dire insensible du pliocène supérieur poederlien au quaternaire inférieur moséen. Il y a, en effet, presque autant de raison pour rapporter les couches nos 8 à 10 au moséen qu'au poederlien, dans lequel je ne les ai fait rentrer, sous toutes réserves, qu'en m'appuyant sur leurs caractères lithologiques.

Il est à remarquer aussi que, tandis que dans le sondage de la Trappe les premières couches rapportées au poederlien ont déjà été rencontrées à 18 mètres de profondeur, dans celui d'Oostmalle la sonde est descendue à plus de 31 mètres sans atteindre le tertiaire. C'est ce que montre la coupe suivante du grand sondage pratiqué, à la cote 25, derrière l'église de ce village, au cabaret *In den Keyser*.

Sondage d'Oostmalle.

		Mètres.
q4.	1. Sable quartzeux, jaune brunâtre, avec quelques grains de gravier	1,00
	2. Idem, légèrement argileux, formant un véritable gravier de base avec petits cailloux de quartz et de silex	0,20
q1a.	3. Argile grise, bigarrée de jaune, finement pailletée de mica	1,30
q1sa.	4. Sable argileux, gris, pailleté	1,20
q1s.	5. Sable quartzeux, jaunâtre	0,70
q1sa.	6. Linéole de sable argileux, gris bleuâtre foncé	0,10
q1s.	7. Sable quartzeux, grisâtre, assez grossier	1,00
t.	8. Linéole tourbeuse	0.20
	9. Sable semblable au no 7, légèrement tourbeux	0,50
q1s.	10. Sable quartzeux, assez grossier, gris foncé	1,80
	11. Idem, gris pâle	4,00
q1sa.	12. Sable quartzeux, gris pâle, légèrement argileux, avec paillettes de mica	1,90
	A REPORTER	13,90

			Mètres.
		Report. . .	13,90
q1as.	13.	Argile sableuse, gris foncé, pailletée	0,20
q1s.	14.	Sable demi-fin, gris bleuâtre, pailleté	1,00
	15.	Idem, plus quartzeux, avec petits fragments d'argile noire sur 0m,50 vers le bas	5,20
q1a.	16.	Argile schistoïde noirâtre	2,10
q1sa.	17.	Sable argileux, demi-fin, noirâtre	0,30
q1s.	18.	Sable quartzeux, demi-fin, légèrement glauconifère et pailleté.	0,40
q1a.	19.	Argile noirâtre, pailletée	0,30
q1s.	20.	Sable quartzeux, demi-fin, gris foncé	0,60
q1a.	21.	Argile plastique grise, presque noire, devenant un peu sableuse à la partie supérieure	2,60
q1s.	22.	Sable quartzeux, gris foncé	0,50
q1as.	23.	Argile schistoïde, sableuse, gris foncé	3,00
q1a	24.	Argile plastique, foncée, légèrement pailletée, très dure	0,50
q1s.	25.	Sable quartzeux, gris foncé	0,50
		Total. . .	31,10

Au N.-E. du sondage d'Oostmalle, le puits artésien de la colonie de Merxplas, sur le territoire de la planchette de Beersse, a traversé 46m,10 de dépôts moséens avant d'atteindre le tertiaire. C'est ce qui ressort de la coupe si détaillée qu'en a publiée notre savant collègue, M. le capitaine Delvaux, d'après les documents que lui ont remis M. le baron Van Ertborn pour les 50 premiers mètres, et M. l'ingénieur Zanen pour les 60 mètres suivants forés par M. Axer. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XVIII, *Mémoires,* 1891, pp. 107-156.)

Depuis la publication du travail de M. Delvaux, le puits a encore été approfondi de 20 mètres dans un sable gris pâle, glauconifère, assez fin et fossilifère par places.

C'est en m'aidant de toutes ces données qu'il m'est possible d'interpréter la coupe du puits en question comme il suit :

Puits artésien de la colonie de Merxplas.

				Mètres.
Quaternaire.	flandrien	*q4*		3,20
	moséen	*q1a*	5,90	
		q1as	1,35	
		q1s	3,95	
		q1a	4,60	
		q1s	27,10	
				42,90
Pliocène	supérieur poederlien.	*Po*	18,10	
	inférieur diestien	*D*	66,80	
				84,90
			Total.	131,00

A proximité du puits artésien de la colonie de Merxplas, on observe dans la grande briqueterie, sous 1^{m},20 de sable flandrien (*q4*) blanc et jaune, quartzeux, avec petits cailloux à la base dans un sable brunâtre, 3 mètres d'argile (*q1a*) gris bleuâtre et verdâtre, avec parties noires et quelques blocs jaunes de septaria rouges ferrugineux à la partie supérieure.

Le directeur de la colonie, M. Lambert, m'a assuré que c'est dans cette argile qu'on a recueilli les bois de Cervidés qui ont été déposés à Bruxelles, au Musée de la Porte de Hal (1).

---

(1) M. De Pauw, l'ancien contrôleur des ateliers au Musée, aujourd'hui conservateur des collections à l'Université de Bruxelles, m'a dit qu'il croyait se rappeler avoir vu des restes de Bison avec ceux de Cervidés.

Un sondage que j'ai fait exécuter à la cote 28, au village de Merxplas, situé à un peu plus de 2 kilomètres à l'E. de la colonie, montre que la prédominance de l'élément argileux dans le moséen se maintient dans cette direction, comme l'indique la coupe suivante :

Sondage au village de Merxplas.

(Pl. Beersse.)

		Mètres
q4.	1. Sable quartzeux, gris blanchâtre, graveleux, avec petits cailloux et gravier à la base	3,60
q1a.	2. Argile gris foncé	2,40
q1sa.	3. Sable quartzeux, gris foncé, avec petites linéoles argileuses.	3,00
q1a.	4. Argile grise	1,50
q1as.	5. Argile sableuse, grise, très pailletée.	2,00
q1a.	6. Argile grise, très pailletée	1,00
q1s.	7. Sable quartzeux gris.	4,00
	TOTAL. . .	17,50

Au S.-E. de ce dernier sondage, le puits artésien de l'atelier de construction du chemin de fer vicinal, un peu à l'O. de Turnhout, n'a eu à traverser que 25 mètres de quaternaire avant d'arriver au pliocène supérieur poederlien, dans lequel on n'est descendu que jusqu'à 29 mètres de la surface.

On sait que le sondage de recherche exécuté à Gierle (pl. Lille), à 3 kilomètres au S.-O. du puits de Turnhout, et à la cote 24, par MM. Cogels et Van Ertborn, pour leurs travaux de levés de cette planchette, n'a traversé que 3^{m},80 de flandrien et 1^{m},70 de campinien (lire moséen) avant d'atteindre le poederlien.

Le puits foré un peu à l'E. de la gare de Turnhout, aux ateliers de M. Léonard Bierman, à la cote 25, et dont M. l'ingénieur Zanen a bien voulu me remettre la série des échantillons, a traversé 16^{m},50 de sables dont une couche seulement de 1 mètre d'épaisseur à la profondeur de 9^{m},75, est un peu argileuse et finement pailletée de mica.

A l'E. de Turnhout, un grand sondage à Arendonck, à la cote 25, chez M. Maes, à l'enseigne *In den Keizer*, m'a fourni la coupe suivante :

Sondage d'Arendonck.

			Mètres.
q1s?	1.	Sable gris, quartzeux, avec quelques grains de quartz blanc laiteux, se présentant sur 0^{m},30 à la partie inférieure, légèrement tourbeux et, d'après le carnet du sondeur, avec quelques cailloux : mais comme ceux-ci ne se trouvent pas parmi les échantillons recueillis, il est probable que c'est plutôt du sable durci ou des fragments de grès, qui ont opposé une petite résistance à la sonde.	8,90
q1s.	2.	Sable gris, quartzeux, assez grossier	0,50
	3.	Idem, coloré en noir par la tourbe	0,50
q1as.	4.	Argile grise, sableuse, légèrement tourbeuse. . .	0,30
q1s.	5.	Sable gris, demi-fin, un peu pailleté de mica. . .	1,00
q1as.	6.	Argile grise, sableuse, pailletée	0,30
q1sa.	7.	Sable gris, argileux, légèrement pailleté	3,50
q1s.	8.	Idem, non argileux	4,50
t.	9.	Tourbe et bois.	0,40
q1a.	10.	Argile plastique, grise et noire, tourbeuse . . .	2,60
q1as.	11.	Argile sableuse, grise, pailletée	1,50
q1sa.	12.	Sable argileux, pailleté	0,80
q1as.	13.	Argile sableuse, semblable au numéro 11	1,70
q1s.	14.	Sable gris, demi-fin	4,00
q1as.	15.	Argile sableuse	2,50
q1s.	16.	Sable gris, demi-fin	3,30
	17.	Idem, plus quartzeux	0,70
t.	18.	Tronc d'arbre non percé	0.10
		TOTAL. . .	37,10

C'est au N. du sondage précédent que commencent à apparaître à la surface du sol les abondants cailloux et les blocs de roches quartzeuses qui prennent un si grand développement sur le territoire de la même planchette, entre Postel et la frontière de Hollande, et sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir plus loin.

Il est encore un autre point, fort important à noter ici, c'est que, tandis que l'élément argileux est fortement accentué dans les couches rapportées au moséen du sondage d'Arendonck et des autres dont on vient de voir la coupe, pour les autres grands sondages dont il me reste à donner la succession des couches, c'est l'élément sableux qui se rencontre presque à l'exclusion de l'élément argileux.

Le grand sondage de Postel, pratiqué au monastère des Pères Prémontrés, à la cote 37, sur la crête de partage des bassins de l'Escaut et de la Meuse, en fournit un premier exemple, comme le montre la coupe ci-après :

Sondage de Postel.

			Mètres.
q2s.	1.	Sable quartzeux, jaune	3,00
q2n.	2.	Cailloux de quartz blanc	0,10
q1s ?	3.	Sable quartzeux, gris, avec quelques grains de gravier	0,30
q1a.	4.	Argile grise légèrement pailletée.	0,30
q1s.	5.	Sable quartzeux, assez grossier, gris foncé . . .	3,10
	6.	Sable très quartzeux, d'un beau blanc.	18,00
	7.	Idem, légèrement grisâtre	4,30
	8.	Sable quartzeux, d'un beau blanc	3,00
	9.	Sable quartzeux, blanc, demi-fin à la partie supérieure et plus grossier de 40 à 50 mètres de la surface.	19,40
	10.	Sable quartzeux, gris verdâtre, dont la teinte et la nature plus graveleuse semblent bien indiquer qu'on touche au pliocène supérieur diestien . .	2,80
		TOTAL. . .	54,30

Les sables blancs qui ont été traversés par le sondage de Postel sur une épaisseur de plus de 51 mètres, se prolongent au S., où ils ont donné naissance aux grandes sablières disséminées sur le territoire des planchettes de Réthy, de Moll et de Lommel.

Ce sont ces sables blancs qui sont utilisés tant en Belgique qu'à l'étranger, dans les verreries et les cristalleries, et qui sont presque exclusivement employés maintenant pour les usages domestiques de nos grands centres.

Dans les immenses exploitations qui forment autant de grands lacs, le sable en question est retiré jusqu'à une profondeur atteignant parfois plus de 15 mètres, et cela à l'aide de bateaux dragueurs ou simplement au moyen assez primitif de dragues à la main, pour les faibles profondeurs.

Partout dans ces sablières on observe à la partie supérieure un niveau de cailloux de quartz blanc, de silex et de roches primaires, surmonté d'une couche de sables blanc et jaune, graveleux, variant en épaisseur de $0^m,50$ à 2 mètres et formant parfois, comme dans la sablière au sud de la station de Lommel, des poches de ravinements descendant jusqu'à plus de 3 mètres de profondeur dans le sable blanc dit de Moll.

Je dois encore faire remarquer que si l'élément argileux est fort peu développé dans toutes ces sablières, il n'en est cependant pas complètement exclu. C'est ainsi que dans la sablière de Lommel, dont il vient d'être fait mention, on constate à la partie supérieure du sable blanc, un lit d'argile noire et gris pâle, variant en épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,30$.

A l'O. de cette exploitation, dont le sable blanc est le plus pur et le plus estimé de la région, on a rencontré dans les sablières de la Société anonyme de Wezel, situées entre le chemin de fer d'Anvers à Gladbach et le canal, deux bancs minces d'argile séparés de 4 mètres l'un de l'autre et se trouvant dans la moitié supérieure de la masse de sable blanc exploitée jusqu'à 12 mètres de profondeur.

Il faut encore citer à la partie supérieure du sable blanc, le banc d'argile grise, pailletée de mica, de 2^{m},25 d'épaisseur, qui a donné naissance à la briqueterie située au N.-E. de Lommel, au N. et contre le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut.

C'est au N. et à partir de ce même canal que s'étend sur la planchette de Réthy la grande sablière au N. de celle dite du Congo et dans laquelle les ouvriers m'ont signalé l'existence d'un banc d'argile sous 10^{m},90 de sable blanc *q1s.*

Un grand sondage pratiqué, à la cote 22, au hameau de Pompfort, sur le territoire de Réthy, et presque à la limite de cette planchette avec celle d'Arendonck, m'a montré que dans cette direction le sable moséen ne conserve plus sa couleur blanche, devient verdâtre et se confond pour ainsi dire vers le bas avec le dépôt argilo-sableux verdâtre que j'ai cru pouvoir rapporter au pliocène inférieur diestien. C'est ce que montre la coupe ci-après :

Sondage de Pompfort.

(Pl. Réthy.)

		Mètres.
q2s.	1. Sable quartzeux, jaune, graveleux	2,10
q1s.	2. Sable quartzeux, gris blanchâtre.	4,80
	3. Sable quartzeux, gris verdâtre foncé et plus pâle vers le bas	28,30
	A REPORTER. . .	35,20

			Mètres.
		Report. . .	35,20
q1sa.	4.	Sable argileux, verdâtre, avec quelques petits graviers	0,20
D?	5.	Sable vert, quartzeux, peu ou point glauconifère, avec quelques grandes paillettes de mica, alternant avec des couches minces d'argile sableuse verdâtre	4,50
		Total. . .	39,90

Au N. de Moll, à la limite de la planchette de ce nom avec celle de Réthy, un grand sondage, à la cote 27, m'a donné une succession de couches semblable à celle du sondage précédent, mais avec cette différence que les éléments en sont mieux caractérisés, comme le montre la coupe suivante de ce sondage :

Sondage au N. de Moll.

(Pl. Moll.)

			Mètres.
q1s.	1.	Sable quartzeux, blanc demi-fin, légèrement, pailleté.	7,00
	2.	Idem, gris verdâtre pâle	13,00
q1sa.	3.	Sable quartzeux, gris verdâtre, demi-fin, avec linéoles d'argile grise et concrétions pyriteuses.	5,20
D.	4.	Argile sableuse, d'un vert foncé, avec quelques rares grains de gravier	0,30
	5.	Sable glauconifère, verdâtre	7,30
	6.	Idem, un peu plus foncé	2,20
		Total. . .	35,00

On a vu plus haut que c'est sur le territoire des planchettes d'Arendonck et de Postel que commencent à apparaître à la surface du sol les amas de cailloux de silex et de roches primaires ainsi que les blocs de roches quartzeuses.

En poursuivant mes levés à l'E. de la planchette de Moll, sur le territoire des planchettes de Lommel et d'Overpelt, je me suis trouvé en présence non seulement des mêmes cailloux et autres éléments plus ou moins roulés, mais d'amas de ces mêmes roches mélangées à du sable grossier et dans lesquels sont ouvertes parfois de véritables petites gravières. Malheureusement celles-ci, malgré des sondages à la main arrêtés à quelques mètres de profondeur par la difficulté de retirer l'appareil, ne permettaient pas de décider quelles étaient leurs relations stratigraphiques avec le sable blanc de Moll rapporté au campinien dans la légende de la carte.

Représentaient-elles la base du dépôt de sable jaune renseigné provisoirement sous la notation *q4*, ou bien ce que la légende de la carte appelle les « cailloux ardennais du plateau oriental du Limbourg », en leur assignant la notation *q2n*, et dans ce dernier cas étaient-elles supérieures ou inférieures au sable blanc? Tel était le point important à élucider. Il est bien vrai que dans certaines sablières, comme celle déjà mentionnée au S. de la station de Lommel, de même que dans celles abandonnées, situées à l'O.-N.-O. de Lommel, un peu au S. et à peu de distance de la 25e borne du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, on observe au-dessus du sable blanc 2 à 3 mètres de cailloux surmontés de sable jaune, plus ou moins graveleux; mais sur d'autres points, il se trouve des dépôts argilo-sableux identiques à ceux de Moll et reposant sur la couche graveleuse.

Les mêmes successions de couches furent constatées par mes levés des planchettes, situées plus à l'E., d'Hamont et de Veldhoeven, et un grand sondage pratiqué à ce dernier village, à la cote 42, ne fit que me plonger dans une plus grande perplexité, comme on le verra par la coupe ci-après, que j'interprète, sous le rapport des notations, d'après la légende de la carte.

Sondage de Veldhoeven.

			Mètres.
q2s.	1.	Sable quartzeux, blanchâtre, légèrement graveleux.	1,40
q2n.	2.	Sable grossier, avec gravier et cailloux de quartz, de silex et de roches primaires, parfois très abondants	12,50
q2s.	3.	Sable assez grossier, grisâtre pâle, avec quelques grains de glauconie	2,60
q2n.	4.	Banc de silex	0,30
q2a.	5.	Argile plastique grise, bigarrée de brunâtre . . .	0,30
q2sa.	6.	Sable gris foncé, assez grossier, un peu argileux .	0,70
q2a.	7.	Argile grise, légèrement sableuse et avec quelques cailloux vers la base	0,90
q2n.	8.	Grès.	
		TOTAL. . .	18,70

L'examen attentif des échantillons de chacune des couches de la coupe précédente montre que celles de ces couches auxquelles sont attribuées les notations *q2s*, *q2a* et *q2sa* ne sont en réalité que des couches subsidiaires, mais très utiles à distinguer sur la carte, des amas de sable grossier, de gravier et de cailloux représentés par la notation *q2n*.

Ces amas, traversés sur plus de 18 mètres d'épaisseur par la sonde qu'un banc de grès n'a pas permis de descendre plus bas, représentent incontestablement la base du campinien proprement dit. Seulement, il importait de savoir sur quoi il repose.

A cet effet, j'ai entrepris une série de nouveaux grands sondages sur le territoire des planchettes, plus au S., de Peer, Meuwen et Brée.

Ces sondages ont tous abouti à de très heureux résultats, malgré la difficulté de traverser les amas de cailloux contre lesquels mes appareils sont venus plus d'une fois se briser.

Je commencerai par celui pratiqué près de la gare de Wychmael, dans les dépendances de la fabrique de cigares J.-W. Hoefnagels et fils, à la cote 62.

Sondage de Wychmael.

(Pl. Peer.)

			Mètres.
q2n.	1.	Sable jaunâtre, assez grossier, argileux, avec cailloux	1,20
	2.	Sable blanchâtre, graveleux	0,60
	3.	Sable grossier avec gravier et cailloux	0,50
	4.	Graviers et cailloux de quartz blancs, de silex et de roches primaires	2,00
	5.	Sable grossier, graveleux	1,20
q1s.	6.	Sable quartzeux, gris verdâtre pâle, tirant sur le jaunâtre, légèrement pailleté, parfois un peu argileux	5,20
	7.	Sable quartzeux, verdâtre, assez foncé, légèrement pailleté	6,50
q1a.	8.	Argile plastique grise, schistoïde, légèrement pailletée, avec quelques petits cailloux	0,20
D?	9.	Sable quartzeux, demi-fin, verdâtre, légèrement pailleté	5,50
	10.	Sable gris pâle, pailleté, rappelant le sable diestien de Casterlé et celui des plus hauts sommets du milieu de la limite orientale de la planchette de Beeringen, ainsi que celui qui, à Waltwilder, s'observe entre le diestien et le boldérien	9,60
D.	11.	Argile sableuse, vert foncé	1,80
	12.	Sable vert, glauconifère	3,00
	13.	Argile sableuse, semblable au numéro 11	0,60
	14.	Sable vert, alternant avec de l'argile vert foncé	5,60
		À REPORTER.	43,50

		Mètres.
	Report. . .	43,50
15.	Sable vert, glauconifère, avec concrétions pyriteuses et linéoles argileuses d'un vert jaunâtre	5,50
16.	Sable d'un vert jaunâtre, légèrement argileux, rappelant un peu le boldérien de la région de Lierre.	1,00
17.	Sable verdâtre, avec rares fragments de grès . . .	1,00
18.	Idem, avec linéoles argileuses	1,10
19.	Argile sableuse, verdâtre, finement pailletée . . .	1,90
20.	Idem, passant au sable argileux avec quelques rares fragments de grès et de nombreux petits cailloux plats de silex, surtout vers le bas	2,00
	Total. . .	56,00

La coupe qui précède, bien qu'ayant une très grande importance au point de vue de la connaissance du sous-sol tertiaire, n'en a pas autant pour la question qui fait l'objet de cette communication. Et, en effet, entre les cailloux *q2n* et les dépôts argilo-sableux rapportés au diestien (*D*), il y avait bien 11^{m},90 de sables, séparés de ces derniers par un banc d'argile, et présentant de sérieuses analogies avec les dépôts moséens. Mais, outre leur peu d'épaisseur relative et leur coloration particulière provenant sans doute de la nature des dépôts sous-jacents, on ne pouvait guère trancher une question aussi importante que celle de la superposition des cailloux *q2n* sur le sable moséen, rapporté jusqu'ici au campinien, sans obtenir d'autres preuves à l'appui.

Cela s'imposait d'autant plus que certains faits, observés non loin du sondage de Wychmael, semblaient venir à l'encontre de cette superposition.

Je citerai notamment la coupe qu'il m'a été donné de relever en juin 1896, à la cote 62, dans une petite sablière à l'O. d'Hechtel :

Sablière à l'O. d'Hechtel.

(Pl. Peer.)

		Mètres.
q2n.	1. Sable noir végétalisé, avec cailloux disséminés . .	0,30
	2. Sable blanc et jaune, avec petites poches de sable argileux passant à l'argile, lentille de sable blanc grossier et nombreux cailloux disséminés et en lentilles	1,30
q2sa.	3. Sable argileux, finement pailleté, visible sur $0^m,40$; un sondage donne encore $0^m,70$ du même sable, soit en tout	1,10
q2a.	4. Argile grise, plastique	0,30
q2n.	5. Sable jaune, grossier, graveleux	0,50
	TOTAL. . .	3,50

Aux environs de Peer, sur le territoire de la planchette de Meuwen, on exploite, pour en faire des briques, une argile plastique qui atteint parfois près de 1 mètre d'épaisseur et qui se trouve entre deux niveaux de cailloux et de gravier.

Le grand sondage que j'ai fait exécuter à l'E. de Peer, à la station du tram d'Ellicum, chez le sieur Cillen, à la cote 62, fournit encore un cas analogue en même temps que d'autres faits intéressants relevés dans la coupe ci-après :

Sondage d'Ellicum.

(Pl. Meuwen.)

		Mètres.
q2n.	1. Sable jaunâtre, avec gravier et cailloux dans lesquels a été ouverte une gravière à proximité du sondage	1,00
q2as.	2. Argile sableuse, jaunâtre, passant au sable argileux, avec cailloux	0,40
	3. Argile jaune bigarrée	0,20
	A REPORTER. . .	1,60

			Mètres.
		Report. . .	1,60
q2n.	4.	Sable grossier, jaune et gris, parfois légèrement argileux, avec gravier et cailloux	11,90
q1s.	5.	Sable quartzeux, gris jaunâtre pâle, légèrement pailleté	3,40
	6.	Sable quartzeux, gris bleuâtre foncé	6,00
	7.	Idem, avec petits cailloux de quartz.	1,00
	8.	Sable semblable au nº 6.	2,00
	9.	Sable semblable au nº 7, avec petits cailloux . .	1,60
D.	10.	Sable quartzeux vert foncé, légèrement pailleté. .	2,20
	11.	Sable argileux, vert foncé	1,60
	12.	Sable semblable au nº 10	7,60
	13.	Sable vert, glauconifère, avec fragments de grès ferrugineux et cailloux plats dans la masse, limité vers le bas par une roche lisse d'un brun foncé de 0m,05 d'épaisseur	1,85
	14.	Argile sableuse, glauconifère, d'un vert foncé passant vers le bas, sur 0m,90, à un sable argileux grossier	2,70
	15.	Sable vert, glauconifère, assez grossier, avec petits cailloux à la base	3,20
	16.	Roche dure non percée.	
		Total. . .	46,65

Il me reste, enfin, à faire connaître le relevé des couches rencontrées dans le grand sondage que j'ai fait pratiquer, non plus à la cote 62, comme les deux précédents, mais à la cote 42, au hameau d'Opitter, au S.-E. de Brée, et dont voici la coupe détaillée :

Sondage d'Opitter.

(Pl. Brée.)

			Mètres.
q2n.	1.	Gros cailloux de quartz, de silex et de roches primaires schisteuses, très pailletées de mica, avec sable jaune grossier et gravier.	1,90
q2a.	2.	Argile plastique gris blanchâtre, bigarrée de jaune, avec gravier et cailloux	0,30
		A reporter. . .	2,20

		Mètres.
	Report. . .	2,20
q2n.	3. Roches semblables au n° 1, présentant des blocs de roches quartzeuses de $0^{m},30$, de $0^{m},40$ et de $0^{m},10$, respectivement à la profondeur de 4 mètres, de $6^{m},90$ et $8^{m},60$	11,40
q2as.	4. Argile grise, sableuse, avec gravier et cailloux . .	0,10
q2n.	5. Gros graviers et cailloux	7,40
q1s.	6. Sable très quartzeux, à gros grains d'un beau blanc	6,90
	7. Idem, coloré en brunâtre	2,50
	8. Sable blanc semblable au n° 6	4,60
	9. Sable blanc, avec gros grains de quartz laiteux . .	5,20
	10. Sable quartzeux d'un beau blanc.	7,70
	11. Sable quartzeux, demi-fin, gris bleuâtre, présentant une linéole argileuse au contact de la couche n° 10	2,50
	12. Sable quartzeux, d'un gris pâle, légèrement pailleté.	2,60
	Total. . .	53,10

La coupe du sondage d'Opitter ne laisse plus aucun doute sur la superposition des cailloux au sable blanc moséen, rapporté par erreur au campinien. Elle montre, en effet, reposant sur 32 mètres de ce dernier sable, un peu plus de 21 mètres de cailloux (*q2n*) renfermant quelques couches subsidiaires d'argile.

Je pourrais multiplier encore ces coupes, mais on estimera sans doute que la démonstration est suffisante et que les coupes qu'il me reste à faire connaître, et qui pour la plupart ont traversé de grandes épaisseurs de dépôts tertiaires, seront mieux à leur place dans une publication en préparation sur ces derniers dépôts.

Il me reste maintenant à rechercher quelles sont les déductions qu'il y a lieu de tirer de l'ensemble des faits assez nombreux consignés dans ce travail.

Conclusions.

On sait que les dépôts du quaternaire inférieur ou diluvien, c'est-à-dire du quaternaire proprement dit de notre pays, sont répartis dans quatre grandes divisions qui sont, en commençant par la plus récente :

Flandrien (*q4*).
Hesbayen (*q3*).
Campinien (*q2*).
Moséen (*q1*).

Comme les dépôts qui font l'objet de cette étude n'ont été rapportés jusqu'ici qu'au flandrien et au campinien, il y a lieu de les passer successivement en revue dans leur division respective.

Flandrien. — Les sondages du Petit-Crocodile et de Leffinghe, sur le littoral, ont traversé le sable flandrien entre l'argile de l'éocène inférieur ypresien (*Yc*) et 12 à 13 mètres de dépôts modernes, le premier sur 8 mètres et le second sur 12^{m},70. Ils ont fourni un grand nombre de coquilles comprenant quatre-vingts espèces différentes, la plupart vivant encore sur nos côtes et quelques-unes, comme la *Corbicula fluminalis*, dont la présence est signalée dans des couches quaternaires très anciennes, ce que renseigne notamment le beau travail de mon savant confrère M. G. Dollfus, *Sur le terrain quaternaire d'Ostende* (1).

Il est à remarquer que l'épaisseur du flandrien, qui, d'après une récente étude de M. Rutot, serait, au puits artésien d'Ostende, de 24^m,34 (1), atteint, dans mes sondages de Bouchaute, de Watervliet et d'Assenede, respectivement des épaisseurs de 18 mètres, de 19^m,75 et de 20^m,50. Ce sont encore mes sondages qui ont permis de constater que le sable flandrien repose en stratification transgressive sur les étages ypresien, asschien, rupelien et poederlien.

---

(1) Extr. des *Ann. de la Soc. roy. malacol.*, t. XIX, 1884, pp. 28-54.

J'ai montré aussi qu'il surmonte les dépôts rapportés au campinien (*q2*), et M. Rutot a constaté, sur le territoire des planchettes levées par lui en Flandre, sa superposition sur le limon gris hesbayen (*q3m*), qu'il importe de ne pas confondre avec le limon gris intercalé en lentilles dans le sable flandrien et auquel le Conseil de direction de la carte géologique a, sur ma proposition, attribué la notation *q4l*.

Déjà en 1880, MM. Cogels et van Ertborn avaient montré que dans les sondages de Courtrai et Menin, les sables de 6 à 8 mètres d'épaisseur, qu'on rapportait au campinien de Dumont, surmontent respectivement 10^m,20 et 12 mètres de limon, présentant à la base une couche de 0^m,20 de cailloux surmontée, dans le sondage de Menin, par 1^m,10 de sable grossier avec fossiles remaniés (2).

J'ajouterai que le sable flandrien passe insensiblement, vers le haut, sans interposition de gravier, au sable renseigné sous la notation *alr1* dans la légende de la carte qui en fait le premier terme des dépôts du quaternaire supérieur ou moderne de la plaine maritime. On peut donc affirmer que la mer flandrienne a déposé ses sédiments entre la période du limon gris et la période actuelle.

---

(1) *Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., t. IX, 1895, p. 311).

(2) *Mélanges géologiques*. Anvers, première partie.

Campinien. — La légende de la carte range dans le campinien, outre les « cailloux ardennais du plateau oriental du Limbourg » et les « éléments divers remaniés d'origine voisine », le sable blanc exploité pour les verreries, les cristalleries et les usages domestiques, et l'argile dite de la Campine. Mais elle n'indique pas quelles sont les relations stratigraphiques de ces différents dépôts entre eux.

L'étude détaillée que j'ai faite de tous ces dépôts, à l'occasion de mes travaux de levés, m'a permis de mettre hors de doute, à l'aide de sondages profonds, la superposition des cailloux sur le sable blanc et l'argile de la Campine.

Dès lors, le campinien proprement dit doit être limité inférieurement aux épais amas de cailloux, de gravier et de sable grossier dans lesquels s'observent des couches subsidiaires de sable blanc et d'argile parfois exploités et qu'il est utile de continuer à renseigner sur la carte par les notations spéciales qui leur ont été attribuées.

Ces dépôts sont surmontés du « sable supérieur ou remanié de la Campine » qui a été renseigné provisoirement dans la légende sous la même notation *q4* que celle du flandrien, et qui forme des dunes souvent fort étendues et bien délimitées sur la carte.

Quant à la puissante masse de sable blanc avec bancs d'argile qui est inférieure aux cailloux, on a déjà compris, par ce qui précède, comment il faut l'interpréter.

Je vais essayer de montrer, non seulement qu'elle représente le moséen, c'est-à-dire le terme quaternaire le plus ancien de notre pays, mais que les sédiments qui le composent sont d'origine marine.

Moséen. — Le sable blanc, bien connu en Campine sous le nom de « sable de Moll », qui a été traversé sur près de 60 mètres par mes sondages, présente vers l'O. et à partir du sondage d'Arendonck, des bancs d'argile dont le plus supérieur, qui s'observe à la briqueterie de la colonie de Merxplas, a fourni des bois de Cervidés et de Bison.

C'est ce dernier fait qui, joint à celui de la superposition du sable de Moll à l'étage tertiaire le plus récent, celui du pliocène supérieur poederlien, semble bien autoriser à ranger ledit sable avec ses bancs d'argile dans le quaternaire inférieur moséen.

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer ici que les faits qui viennent d'être invoqués sont consignés déjà sur celles de mes feuilles de la Campine qui ont paru au commencement de cette année et qui avaient été acceptées par le Conseil de direction dès 1894. J'ajouterai que la grande masse sableuse de cette formation présente, sur toute son étendue, une telle homogénéité et une stratification si complètement différente de l'allure capricieuse des dépôts fluviaux que, bien que n'ayant encore fourni ni coquilles ni aucun autre débris animal, elle ne saurait être considérée autrement que comme un dépôt marin.

Tous ceux qui ont eu l'occasion de visiter les grandes exploitations de Moll et de Lommel, et de suivre, comme je l'ai fait, les sédiments qui leur ont donné naissance, depuis le Limbourg hollandais jusqu'au N. de la province d'Anvers, en auront bien certainement rapporté l'impression que l'on se trouve en présence d'une formation marine.

On sait que telle fut l'opinion de Dumont qui, bien que faisant à peine mention du sable de Moll dans ses *Mémoires*, l'a considéré sur ses cartes comme étant une formation marine.

Seulement, au lieu de ranger celle-ci dans le quaternaire, comme le fait la légende de la nouvelle carte, l'illustre stratigraphe l'a rapportée au tertiaire en en faisant du miocène supérieur boldérien.

Enfin, je crois pouvoir conclure des faits qui précèdent que, bien avant la rupture de l'isthme et la formation du détroit du Pas-de-Calais, lorsque la mer moséenne a pénétré en Belgique venant du N.-O. par la Hollande, la province d'Anvers et le Limbourg, elle a trouvé des vallées déjà formées dans lesquelles elle est venue déposer une quantité prodigieuse de sable de Moll. Ce dernier s'est élevé, notamment dans le Limbourg, jusqu'au sommet des collines tertiaires, ce qui a permis plus tard aux premières manifestations fluviales du campinien d'y déposer les amas de cailloux et les blocs de roches quartzeuses, parfois très volumineux, qu'on n'est pas peu surpris de rencontrer aujourd'hui sur des points relativement aussi élevés.

Seulement, on comprend que le sable de Moll n'a pas pu résister longtemps à l'action fluviale dévastatrice. Aussi, en contre-bas des collines limbourgeoises formées de sables pliocène et miocène dont certains sommets atteignent la cote 95, et qui s'étendent au S. de Brée en passant près d'Opitter, voit-on le grand sondage pratiqué à ce dernier village descendre jusqu'à la cote 20 avant d'atteindre le sable de Moll. Ce dernier y est surmonté de plus de 21 mètres de cailloux identiques à ceux des collines, et, bien que fort entamé par ces éléments envahisseurs de l'action fluviale, il n'a pu néanmoins être enlevé complètement, la sonde ayant constaté encore, sous lesdits cailloux, 32 mètres de sable de Moll sans en atteindre le fond.

Il en est de même au S. et au S.-O. du sondage d'Opitter, notamment sur le territoire des planchettes d'Opoeteren, de Sutendael et de Genck. Seulement il convient de faire observer ici qu'il est souvent difficile, pour cette partie de la Campine, de décider si l'on a affaire au sable moséen de Moll, au sable miocène boldérien ou à quelque autre sable oligocène supérieur ou moyen.

C'est ainsi que près de la station de Genck, par exemple, on voit sous les puissants amas de cailloux roulés et de gravier qu'on y exploite, de beaux escarpements de sable blanc et jaune très quartzeux avec lits minces argileux, nettement stratifié, et parfois à stratification entrecroisée.

Ce sable est, au moins dans certaines couches, tellement pétri de paillettes de mica, qu'en l'absence de contact apparent avec les dépôts sous-jacents, on serait tenté de le rapporter à quelque assise tertiaire miocène ou oligocène plutôt qu'au moséen.

Heureusement que plus au S., sur le territoire de la planchette de Bilsen, levée par M. Van den Broeck, il nous a été donné, à l'occasion de l'excursion de la Société belge de géologie du mois d'août dernier, d'observer, un peu au S. de Waltwilder, une sablière présentant 5 mètres d'un sable identique à celui de Genck, et dont la position stratigraphique ne paraît pas faire de doute.

C'est un sable quartzeux, jaune, pailleté de mica, à stratification entrecroisée et qui présentait, vers le bas, au moment de notre visite, une belle tubulation d'annélide.

Dumont renseigne ce sable sur sa carte itinéraire et le rapporte dans ses notes de voyage à son boldérien supérieur. Mais nous avons pu constater lors de l'excursion prérappelée qu'il se trouve à un niveau supérieur à celui de sables pliocènes qui, dans un déblai situé à proximité, présentaient un intéressant contact avec le sable miocène boldérien.

Dès lors la question pouvait être considérée comme tranchée en ce sens que le sable de Waltwilder est non pas miocène boldérien, mais post-pliocène, et occupe bien, par conséquent, de même que celui de Genck, la position du sable moséen de Moll.

Je dois encore faire remarquer qu'un peu à l'O. d'une ligne reliant Genck au sondage d'Opitter, je viens de pratiquer, sur le territoire de la planchette de Gestel, dans la propriété de M. Masy, à la cote 85, un autre grand sondage qui a atteint en profondeur plus de 82 mètres. Ce sondage m'a permis de constater que dans cette partie relativement élevée, le sable de Moll fait complètement défaut entre les 16^{m},80 de cailloux campiniens et les 64^{m},40 de sables tertiaires traversés (1).

---

(1) *Note insérée pendant l'impression.* — Un grand sondage que je fais exécuter en ce moment dans la sablière située à côté et un peu à l'E. de la gare de Genck, à la cote 68, a traversé encore 26 mètres de

Enfin si, partant du sondage d'Opitter, qui est à la cote 42 et dont on a vu plus haut l'intéressant détail, on se dirige vers le N.-O., on constate que les cailloux campiniens vont en diminuant d'importance au point de disparaître complètement.

C'est à peine, en effet, si au-dessus des 52 mètres de sable blanc moséen traversés par le sondage de Postel, à la cote 37, on observe encore des traces incontestables de l'action fluviale campinienne.

La conclusion aussi importante qu'inattendue à tirer de ce qui précède, c'est que tandis que la mer moséenne avait envahi l'ancienne grande vallée de la Meuse qu'elle combla de ses sédiments, le fleuve campinien, au contraire, après avoir commencé à se frayer un passage à travers lesdits sédiments, fut arrêté par l'immense masse de ceux-ci vers le N.-O. et se vit contraint de suivre vers le N.-E. à peu près la direction du cours actuel de la Meuse.

---

sable pailleté moséen, puis $1^m,80$ de sable grossier graveleux avec quelques cailloux, et enfin plus de 24 mètres de sable quartzeux gris foncé, très pailleté, avec fragments de lignite. Ce dernier sable correspond à celui qui, dans le sondage de la propriété Masy, a près de 58 mètres d'épaisseur et est séparé des cailloux campiniens par un dépôt argilo-sableux verdâtre glauconifère pliocène diestien, ainsi qu'à celui qui, dans le sondage du moulin de Grutrode, au S.-O. d'Opitter, est surmonté de sables boldérien et diestien fossilifère. Je montrerai dans une prochaine communication comment il faut interpréter ce sable d'âge incontestablement oligocène. M. M.

Note sur l'infinie variété de l'énergie électrique; par P. De Heen, membre de l'Académie.

Dans des notes précédentes, nous avons formulé cette hypothèse que l'électricité statique est le résultat de vibrations de l'éther condensé qui recouvre la surface des corps.

Si cette manière de voir correspond à la réalité, on peut concevoir une infinité de variétés de l'énergie électrique, de même qu'il existe une infinie variété de rayons lumineux, le temps de la vibration électrique pouvant varier avec le procédé utilisé pour la produire. Cette hypothèse sera confirmée si certaines propriétés de l'électricité varient avec son mode de production.

Nous avons comparé d'abord la vitesse de déperdition (à haute tension) de l'électricité produite par une machine de Ramsden à la vitesse de déperdition de l'électricité produite par une machine de Holtz.

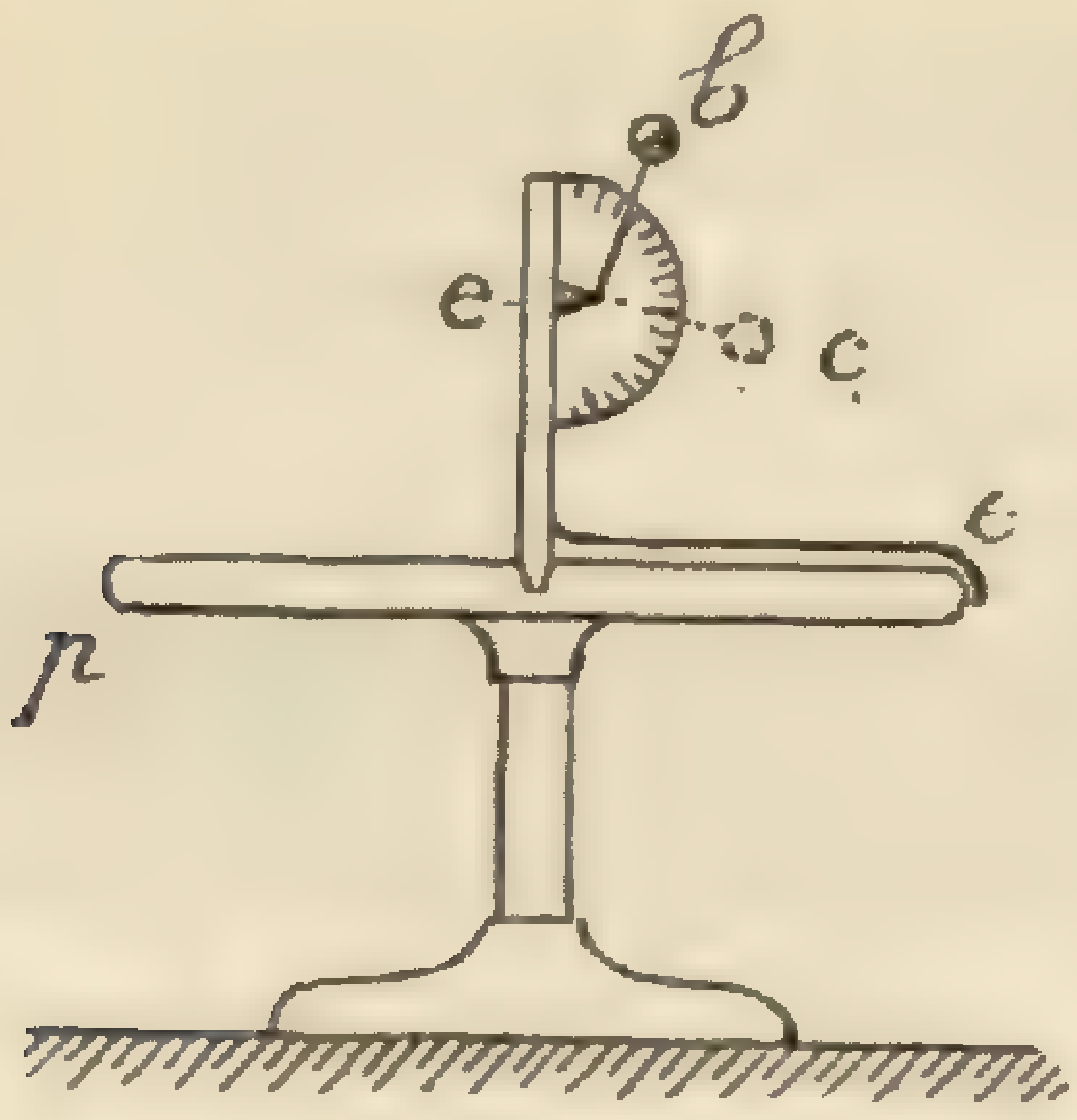


Fig. 1.

Cette comparaison peut se faire très simplement de la manière suivante : un électroscope à balle de sureau est monté sur une planchette *p* convenablement isolée (fig. 1). Une bande d'étain *e*, qui s'étend du bord de la planchette à l'électroscope, est mise en communication avec la machine par l'intermédiaire d'un excitateur. Lorsque la balle de l'électroscope est complètement relevée, on attend le moment où celle-ci vient se placer dans une certaine position, par exemple la position *b*. Puis l'on mesure, à l'aide d'un chronomètre, le temps employé par la boule pour retomber complètement. On observe un mouvement assez lent jusqu'en *c*, puis il devient très rapide.

Cette vitesse de déperdition dépend évidemment de l'état hygrométrique de l'air. Il importe donc de faire cette expérience dans un appartement parfaitement clos depuis un certain temps; de plus, comme cet état varie, même dans ces conditions, par suite de la présence de l'expérimentateur, les observations doivent se faire d'une manière alternante, c'est-à-dire que chaque observation faite à l'aide de la machine de Ramsden est suivie d'une expérience faite avec la machine de Holtz.

Voici les temps obtenus exprimés en secondes :

N° d'ordre de l'observation.	Ramsden.	Holtz.	Holtz.
	+	+	—
1	91″	44″	20″
2	50	42	24
3	61	44	20
4	67	43	24
5	63	44	23
6	61	45	24
7	70	43	19
8	73	42	19
9	50	43	21
10	49	38	19
11	51	44	18
12	58	45	18
13	60	44	22
14	65	47	22
15	61	40	19
16	50	33	19
17	67	33	17
18	53	37	17
19	57	42	17
20	54	43	15

Ces observations nous amènent aux conclusions suivantes :

1° L'électricité positive de la machine de Holtz se perd plus rapidement que l'électricité positive de la machine de Ramsden.

Ces électricités ne sont donc pas identiques.

2° Le temps de vibration de l'électricité de la machine de Ramsden varie lui-même par suite de circonstances qu'il est difficile de définir. Ce temps, comme l'indique le tableau, est beaucoup plus constant pour la machine de Holtz, mais les plus grands écarts s'observent, en général, lorsqu'on est obligé de recharger la machine.

La première observation nous montre ce fait assez curieux, qu'au point de vue de la déperdition, il existe dans certains cas à peu près le même rapport entre la vitesse de déperdition positive de la machine de Holtz et la vitesse de déperdition positive de Ramsden qu'entre les vitesses de déperdition négatives et positives de Holtz. Nous pouvons donc nous demander si, *dans des cas semblables*, Holtz positif ne jouerait pas le rôle d'électricité négative vis-à-vis de Ramsden.

L'expérience a vérifié cette manière de voir. Une balle de sureau, ayant environ 8 millimètres de diamètre, fortement électrisée par la machine de Ramsden au point de flotter dans l'atmosphère au-dessus du conducteur, approchée ensuite du conducteur positif de la machine de Holtz, est *violemment* attirée dans certains cas. Dans d'autres, absolument identiques en apparence, il y a répulsion.

Mais l'expérience qui met ce phénomène en évidence de la manière la plus frappante, consiste à se servir d'un tube renfermant de l'hydrogène raréfié, présentant la forme ci-dessous (fig. 2). Ainsi qu'on le voit, les fils de platine servant d'électrodes, *a*, *b*, se prolongent jusqu'au voisinage du tube capillaire qui relie les deux petits ballons A, B. Cela étant, si l'on met l'électrode *a* en communication avec le conducteur d'une machine de Ramsden, l'effluve *f* se dirige immédiatement vers le tube capillaire qu'elle illumine *ainsi que le ballon* B; le ballon A reste obscur.

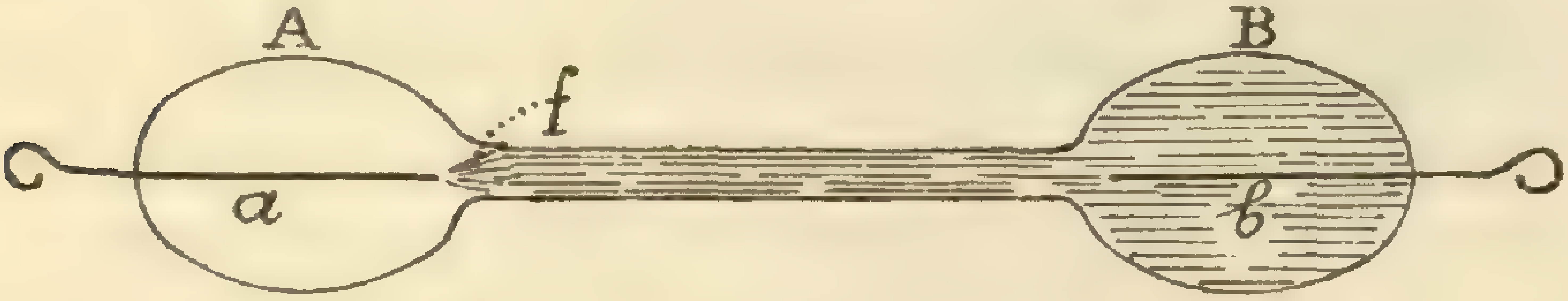
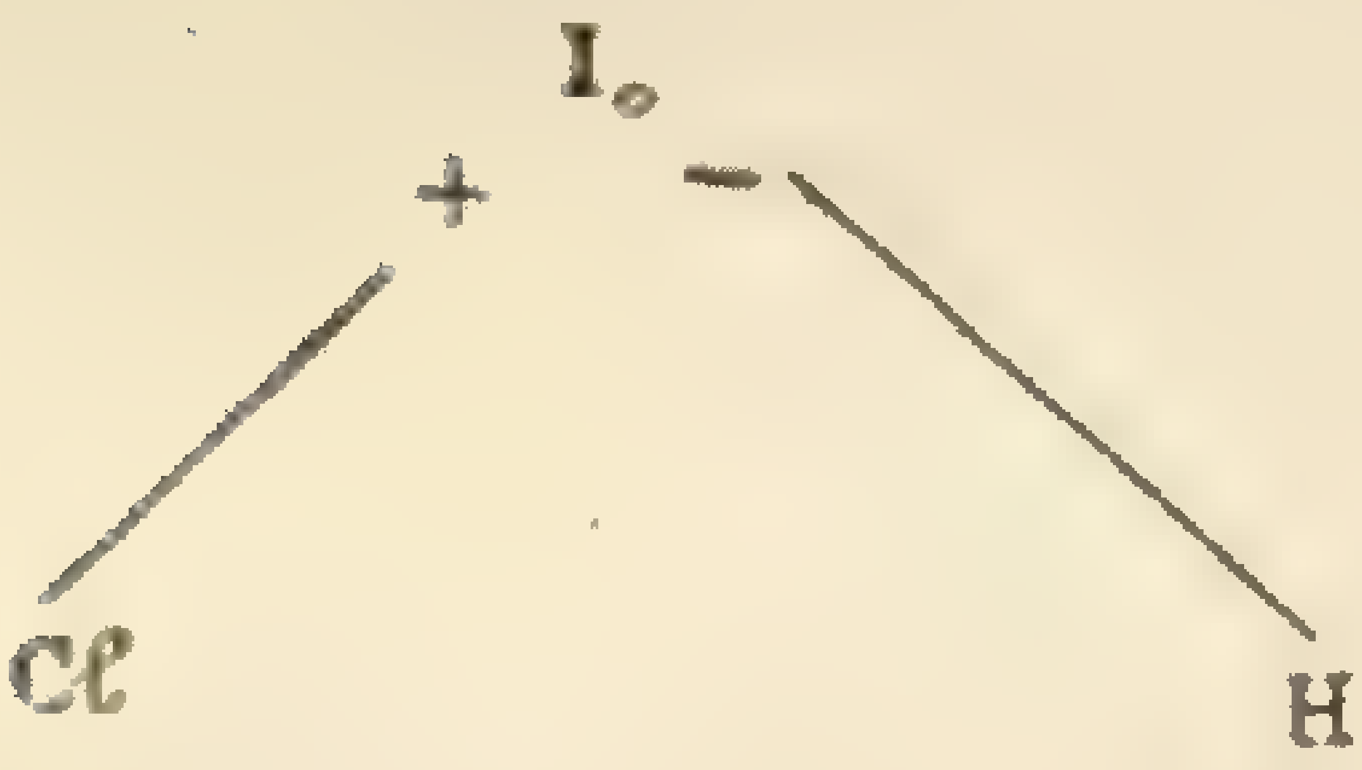


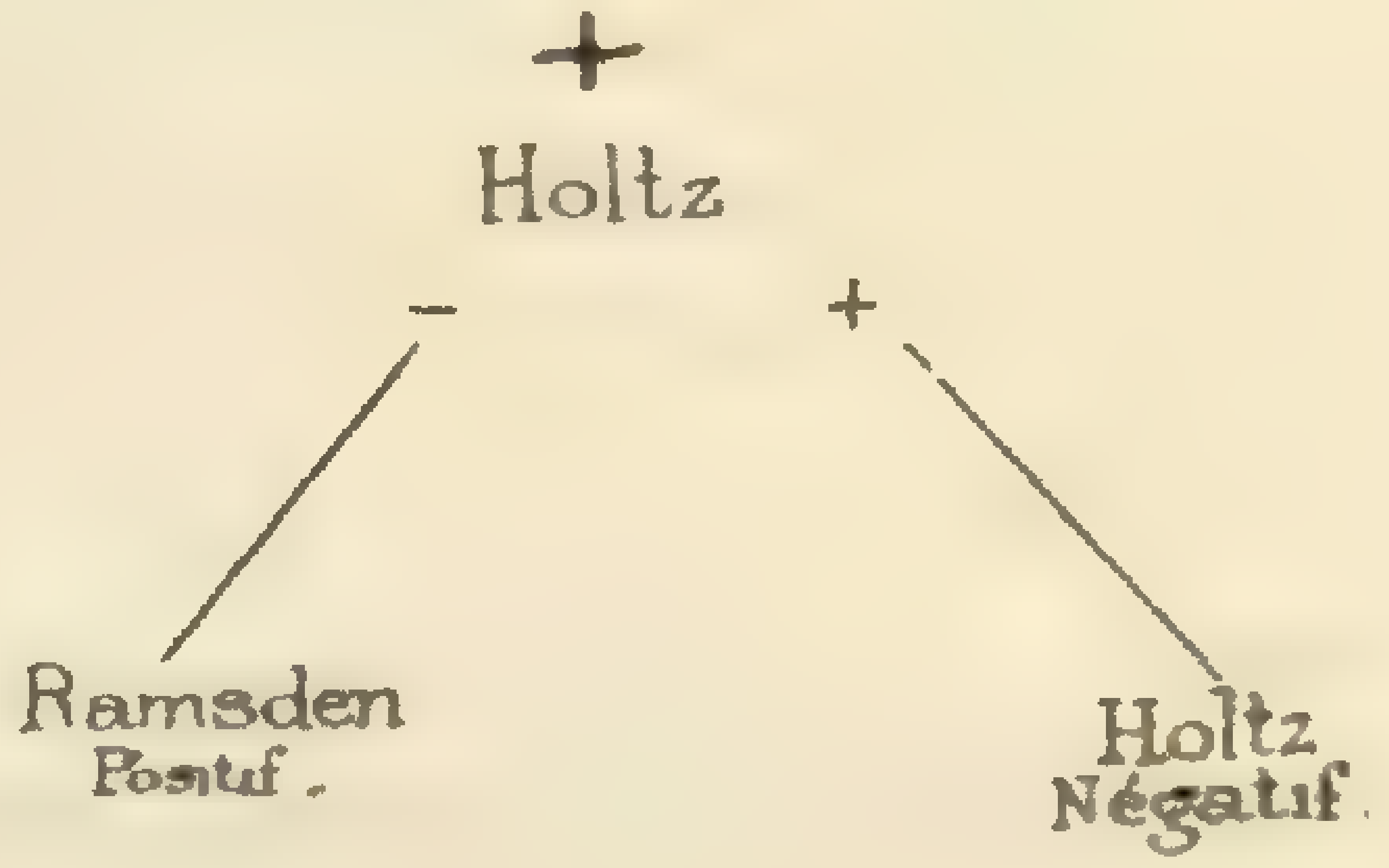
Fig. 2.

Ce résultat s'obtient avec une charge électrique relativement très faible. On renforce le phénomène si l'on approche la main ou un conducteur de l'électrode *b*. Mais si, à l'aide de l'excitateur, on met cette électrode ainsi que l'électrode *a* en communication avec le même conducteur de Ramsden, toute illumination du ballon B cesse et c'est à peine si l'on remarque une trace de luminescence au milieu du tube capillaire.

Il est évident que si l'électricité qui recouvre le conducteur positif de la machine de Holtz est identique à l'électricité positive de Ramsden, il nous sera possible de réaliser l'extinction du ballon B en mettant l'électrode *b* en contact avec ce conducteur positif de Holtz. Or, c'est précisément l'inverse qui se produit, et cela quelle que soit la tension électrique de la machine de Holtz, à l'aide de laquelle, comme on sait, on peut réaliser des tensions énormes. Si l'on met l'électrode *b* en communication avec le pôle négatif Holtz, la luminescence du ballon B est encore renforcée. En résumé, les deux électricités de la machine de Holtz jouent toujours ici le rôle d'électricités négatives vis-à-vis de celle de Ramsden.

On voit qu'il se produit ici un phénomène absolument analogue aux phénomènes atomiques de la chimie. C'est ainsi que, par exemple, l'iode est électro-positif vis-à-vis du chlore et électro-négatif vis-à-vis de l'hydrogène. Ce parallèle peut s'indiquer de la manière suivante :





Dans notre première note, où nous nous sommes occupé de la nature de l'électricité, nous avions émis l'hypothèse que les vibrations éthérées pourraient bien être normales à la surface du conducteur, pour l'une des électricités, et perpendiculaires à cette surface pour l'autre. Ces nouvelles recherches nous portent, au contraire, à croire qu'elles ne diffèrent que par le temps de la vibration et qu'elles sont toujours normales à la surface.

—

Note sur le système du monde électro-dynamique de Zenger (1),

par P. De Heen, membre de l'Académie.

Le remarquable travail de M. Zenger renferme les idées fondamentales suivantes :

Se basant sur les anomalies que présente le mouvement de Mercure et des comètes, le savant physicien propose de substituer à la considération de l'attraction newtonienne la considération d'actions électro-magnétiques qui auraient le soleil pour centre. Bien que le but de cette note ne soit pas de discuter l'opportunité de conserver la doctrine de Newton, il me paraît que si ces actions électro-magnétiques nous fournissent une interprétation éminemment probable des perturbations observées et de l'origine des mouvements de rotation dans les systèmes sidéraux, elles sont insuffisantes pour donner l'explication de la remarquable stabilité de ces systèmes. S'il en était ainsi, l'*état physique* des astres régirait à lui seul le mouvement de ceux-ci, lesquels seraient, par exemple, *profondément* modifiés pour notre système par suite de la variation de l'état d'activité de notre soleil.

Mais si M. Zenger paraît avoir attaché une importance trop grande aux forces qu'il considère, l'existence de celles-ci ne me paraît pas moins certaine. Et l'on doit admettre, à titre d'hypothèse très probable, que les protubérances solaires ne représentent autre chose que des décharges électriques qui s'échappent du corps du soleil pour s'élever dans l'atmosphère qui l'environne.

---

(1) G. Carré, éditeur. Paris, 1893.

Cette manière de voir est absolument confirmée par la remarquable découverte de notre regretté confrère Stas, lequel a constaté que la lumière solaire correspond au spectre électrique et non au spectre purement calorifique.

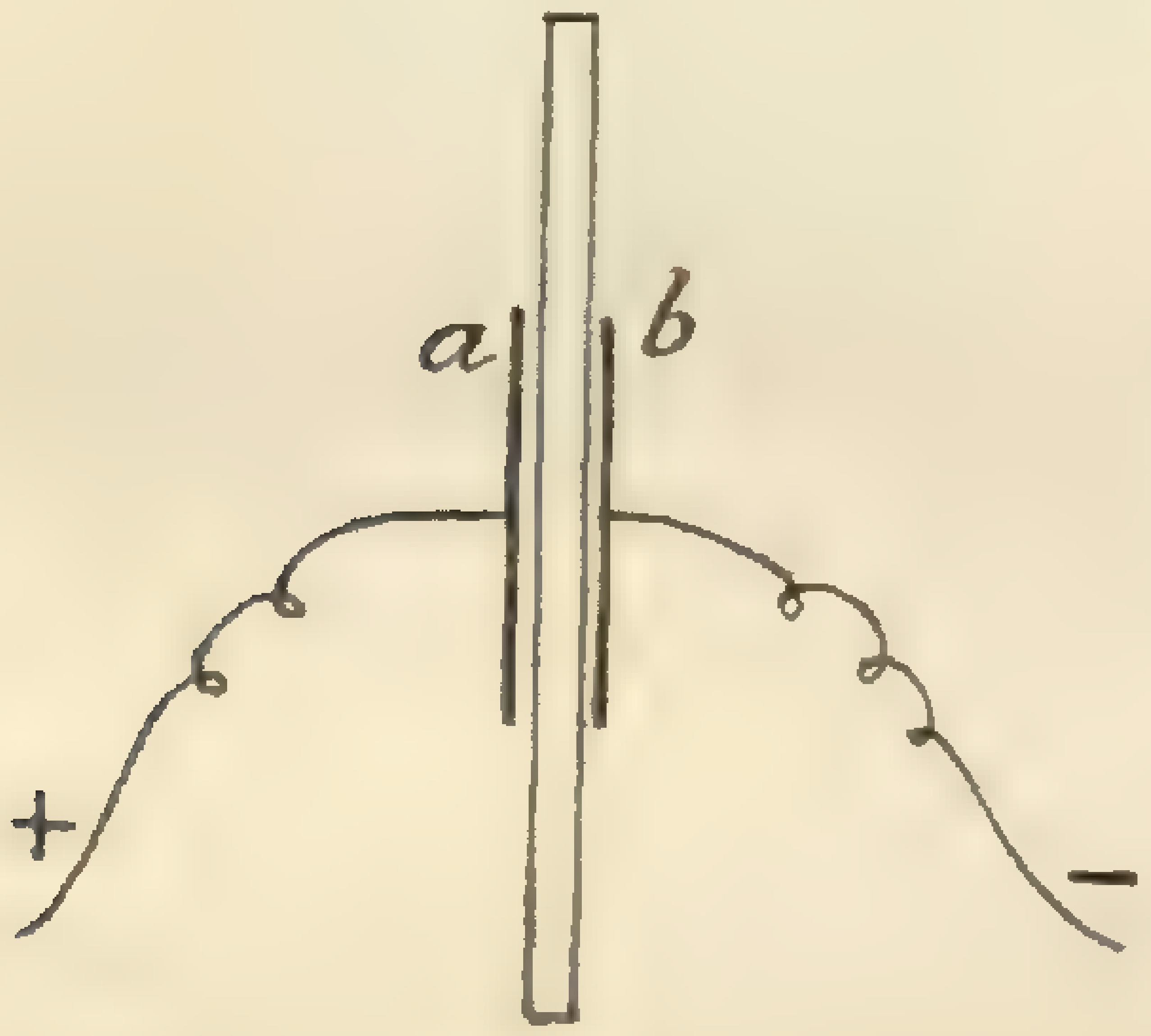


Fig. 1.

Nous avons essayé de reproduire par la photographie des phénomènes électriques les apparences que présente le bord solaire pendant les éclipses. A cet effet, nous avons appliqué sur une plaque photographique (fig. 1) deux disques métalliques qui étaient mis en communication avec les pôles d'une bobine d'induction. (La pile au bichromate a fourni les meilleurs résultats.) Nous avons obtenu de cette manière les photographies ci-jointes. La planche I représente en *a* la formation d'un véritable nuage électrique, semblable à ceux que forme la matière protubérentielle. Les filaments, qui n'ont pu être reproduits à cause de leur délicatesse, prennent, à une certaine distance du disque, une direction tangentielle au lieu de rester normaux à celui-ci, ainsi que cela se passe pour la chromosphère. La planche II représente bien aux points qui sont voisins du disque la matière protubérentielle, puis, au delà, une substance lumineuse beaucoup plus ténue et continue, semblable à la couronne.

M. Zenger montre ensuite que la décharge électrique

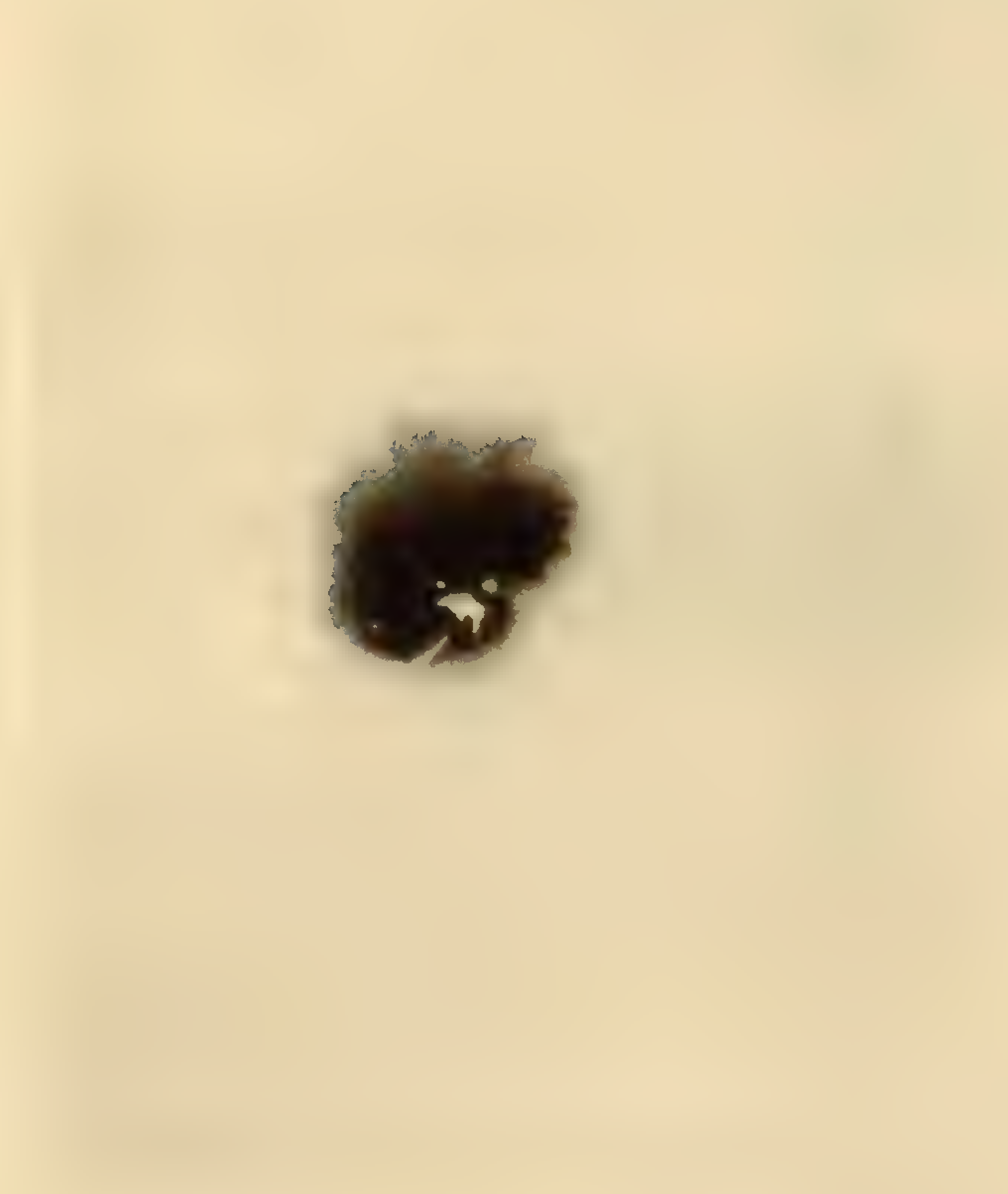
P. De Heen, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,*
3e sér., t XXXII, nº 12, p. 718, 1896.

Planche I.

Cliché P. De Heen
Phototypie E. Castelein. Bruxelles.

P. De Heen, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*,
3e sér., t. XXXII, nº 12, p. 719, 1896.

Planche II.



Cliché P. De Heen

Phototypie E. Castelein, Bruxelles.

affecte la forme d'une hélice. Ce fait est démontré par la production de filets héliçoïdaux déterminés par un coup de foudre frappant une glace.

Afin de vérifier cette manière de voir, nous avons percé une plaque photographique à l'aide d'une puissante étincelle de batterie électrique. Nous avons obtenu de la sorte la planche II, qui montre bien le caractère rotatoire de la décharge, lequel est encore plus apparent sur le cliché.

Le savant physicien montre encore que la décharge électrique produite au travers d'une fumée de chlorhydrate d'ammoniaque, détermine à la fois la condensation que l'on observe pendant les orages ainsi que des phénomènes giratoires.

Cependant, comme les mouvements tourbillonnants, ainsi que les phénomènes de condensation qui les accompagnent, se produisent fréquemment sans qu'il y ait décharge violente (il en est notamment ainsi des cyclones, au sein desquels le phénomène de l'étincelle n'est qu'un léger accident vis-à-vis du mouvement d'ensemble du tourbillon), il faut admettre, pour ceux-ci, que le mouvement de giration et la condensation sont le résultat d'une *effluve lente* émanant des régions supérieures de l'atmosphère. Il doit, du reste, en être de même pour tous les orages. Afin de démontrer cette manière de voir, nous avons réalisé l'expérience suivante :

L'appareil se compose simplement d'un manchon en verre M, fermé à chacune de ses extrémités par un plateau muni d'une pointe (fig. 2).

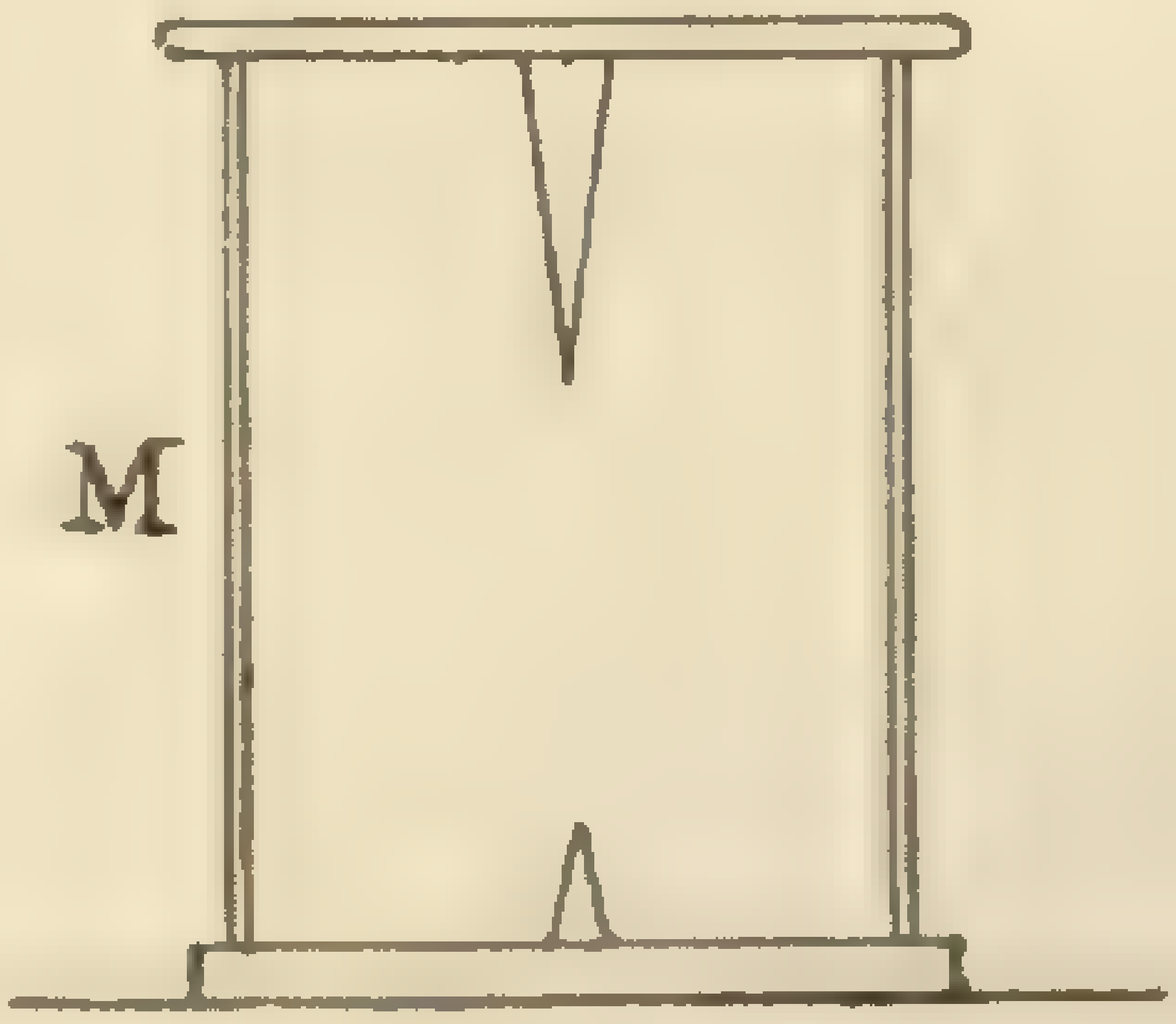


Fig. 2.

On introduit dans le manchon une fumée capable de se condenser, mais ayant cependant la faculté de persister pendant un temps assez long pour permettre l'observation. La fumée de tabac remplit admirablement cet office. Lorsque les choses sont ainsi disposées, le plateau inférieur est mis en communication avec l'un des pôles d'une machine de Holtz, et, lorsque les étincelles jaillissent à leur plus grande longueur, on met l'excitateur, qui était en contact avec le plateau supérieur, en communication avec le deuxième pôle, de manière à permettre à l'électricité de s'échapper, sous forme d'effluves, par les pointes.

Il se produit alors un mouvement giratoire très énergique, lequel se manifeste pendant une fraction de seconde, après quoi le bocal est devenu absolument transparent, la fumée s'est complètement condensée.

Nous voyons donc se produire ici encore les deux caractères fondamentaux des phénomènes orageux : le mouvement tourbillonnant et la condensation extrêmement rapide sous la forme de gouttes et de grêlons de grandes dimensions.

Cette condensation est sans doute le résultat de phénomènes attractifs qui se manifestent entre les particules liquides, lesquels déterminent des contacts réciproques très fréquents.

En résumé, les cyclones et les orages doivent se concevoir comme suit : Sous l'influence de la radiation solaire, les régions supérieures de l'atmosphère s'électrisent d'autant plus énergiquement que ces radiations tombent plus normalement. Ces régions jouent le rôle du plateau supérieur. Lorsque la tension devient suffisante, il se produit, sous forme d'effluve lente, une reconstitution de l'électricité supérieure avec celle du sol. Ce mouvement électrique détermine tous les grands tourbillons de l'atmosphère. Lorsque l'eau est présente, il se produit une énergique condensation sous forme de nuages très épais. Mais si des étincelles viennent accidentellement à se produire, la recrudescence de condensation qui en est la suite déterminera une chute d'eau plus abondante, comme le montre M. Zenger. Il ne serait pas impossible, cependant, d'interpréter autrement ce dernier fait.

On peut se demander dans quelle partie de l'atmosphère se trouve la couche d'air figurée par notre plateau. Il paraît plausible d'admettre que les effets seront d'autant plus puissants que cette couche supposée active se trouvera elle-même à une altitude plus grande. On peut concevoir dès lors que si elle correspond à des couches relativement basses, les perturbations qu'elle engendre n'affectent le baromètre que faiblement.

Il serait intéressant d'examiner à ce point de vue l'influence de la faculté absorbante de l'atmosphère pour la radiation solaire, qui se transforme ainsi partiellement en énergie électrique, cette faculté variant notablement avec l'état hygrométrique, la température, et par conséquent avec la latitude et les conditions géographiques du lieu où l'on se trouve.

Si, comme nous l'avons dit précédemment, l'électrisation de l'atmosphère est le résultat de l'absorption des radiations solaires dans les hautes régions de celle-ci, on doit s'attendre à observer pendant les bourrasques une absorption anormale de certaines de ces radiations. C'est effectivement ce que M. Zenger a observé en prenant la photographie du soleil pendant ces perturbations. Ces photographies montrent l'existence d'un espace sombre, dont la forme est analogue à la queue d'une comète.

Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons suivre l'auteur lorsqu'il formule cette proposition que le mouvement héliçoïdal constitue l'un des caractères de l'électricité même. En effet, dans presque tous les phénomènes électriques observés dans ces derniers temps, il faut considérer deux éléments : les éléments matériels proprement dits, atomes ou molécules, et ensuite l'éther en mouvement, dans un état de condensation plus ou moins avancé, auquel on doit les phénomènes calorifiques, lumineux et électriques. Mais il est souvent bien difficile de définir quelle est la part du phénomène qui revient à la molécule ou à l'éther.

Il est utile de formuler ici ce fait fondamental, trouvé par Fizeau, que la matière en mouvement entraîne avec elle l'éther qu'elle renferme. La réciproque de cette proposition peut être également admise comme très probable.

Cela étant, si nous soumettons les molécules d'un gaz, qui, toutes, d'après la théorie de Clausius, sont animées de mouvements rotatoires, à une action électro-statique, celles-ci s'orienteront suivant une direction déterminée (à moins de les supposer rigoureusement homogènes et sphériques). Puis, cette orientation établie, les chocs qui suivront cette orientation ne tarderont pas à amener un mouvement de giration d'ensemble dans un sens déterminé, les molécules entraînant, du reste, dans leur mouvement, l'éther condensé, siège du phénomène électrique.

D'après cette manière de voir, c'est au gaz électrisé, et non à l'électricité même, qu'il faut attribuer le mouvement de giration. Si cette hypothèse est exacte, les mouvements héliçoïdaux disparaîtront nécessairement, du moment où l'espace électrisé ne renfermera qu'un petit nombre de molécules. Il en est ainsi dans les tubes raréfiés. Ceux-ci manifestent, au contraire, d'une manière très nette, l'existence des nœuds et des ventres, absolument comme cela se passe dans le phénomène du son.

On sait que MM. W. Spottiswoode et J.-F. Moulton (1), dans leur remarquable mémoire sur la décharge au travers des gaz raréfiés, ont établi que l'état sensitif, lequel est la caractéristique de l'état intermittent qui s'observe dans les tubes, s'obtient soit que l'on fasse usage de décharges discontinues, *soit que l'on fasse usage de décharges continues.* Il s'agit donc bien ici d'un caractère propre de l'électricité. Les auteurs se sont servis de miroirs tournants pour l'observation des stries.

D'autre part, MM. H. Ebert et Wiedermann (2) ont reconnu qu'un tube rendu lumineux acquiert un ensemble de propriétés des conducteurs métalliques. Si l'on remarque que la longueur de l'onde électrique diminue lorsque la densité du gaz croît, on doit considérer comme vraisemblable que dans un milieu dont la densité est celle des métaux, les longueurs d'ondes deviennent comparables aux longueurs d'ondes lumineuses. Ce qui confirme l'hypothèse que nous avons faite antérieurement et qui consiste à admettre que le phénomène électrique est le résultat de pulsations d'un éther particulièrement condensé, pulsations qui s'exécuteraient normalement à la surface du conducteur et qui se transmettraient à l'éther ambiant. On voit que le rayon sonore fournit, dans ces conditions, l'image de la ligne de force dans l'éther, l'onde de Hertz étant figurée par un rayon sonore qui se propagerait sous la surface d'une mer houleuse.

---

(1) *Traité expérimental d'électricité et de magnétisme,* par Gordon, t. II, p. 233. Baillière et fils, Paris, 1881.

(2) W. A., t. XLIX, p. 33.

Revenons-en maintenant à notre tube à vide et remarquons que les ventres qui correspondent au mouvement de l'éther ne représentent autre chose que les rayons cathodiques de Lénard. Cet éther entraîne dans son mouvement les molécules matérielles renfermées dans le tube.

Il est inutile de dire que cette manière de voir donne à la fois raison à l'école allemande, qui voit dans le rayon cathodique un mouvement éthéré, et à l'école anglaise, qui y voit un bombardement moléculaire. Les deux phénomènes sont connexes.

M. Hagenbach-Bischoff (1) a constaté que le passage de l'électricité s'effectue plus aisément lorsque le plateau du tube est négatif, pour des pressions relativement élevées, et que l'inverse se produit lorsque le vide est suffisant pour l'apparition des rayons Röntgen.

Ce fait paraît devoir s'interpréter en admettant que, pour des pressions relativement élevées, l'éther est entraîné par les molécules en mouvement, alors que l'inverse commencerait à se produire à partir du degré de raréfaction qui amène la production des nouveaux rayons. Ces derniers, comme nous l'avons déjà dit, seraient le résultat de collisions moléculaires.

---

(1) *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, novembre 1896.

Enfin, l'hypothèse de ces pulsations nous montre (ce qui serait absolument impossible dans le cas d'un mouvement héliçoïdal) comment un simple rayon lumineux peut électriser une surface, l'oscillation de l'éther condensé élastique se produisant dans ces conditions, à la manière dont se produirait l'oscillation d'une lame verticale fixée à un ressort et soumise au mouvement des vagues.

Le travail de M. Zenger constitue le vrai modèle du travail du physicien; il renferme une série de faits du plus haut intérêt, accompagnés d'hypothèses hardies. L'auteur a osé exprimer sa pensée, contrairement à ce qui s'observe actuellement dans un grand nombre de cas.

Quand donc les physiciens auxquels je fais allusion comprendront-ils qu'il importe de formuler *toutes les possibilités*, et que le physicien qui a émis une hypothèse inexacte, mais possible au moment où elle a été exprimée, a rendu à la science un service réel? En un mot, la physique proprement dite ne peut procéder que par élimination successive des hypothèses. Celles qui résisteront à l'expérience se fortifieront de plus en plus et, par conséquent, deviendront de plus en plus probables. Mais la stérilité sera la conséquence du mutisme que beaucoup s'imposent actuellement.

Ces quelques mots suffisent pour montrer que le malheur de toute une école se trouve dans cette erreur qu'il faut appliquer à la science de la nature la méthode qui s'impose lorsqu'il s'agit de sciences mathématiques.

Il semble qu'on ait trop perdu de vue ce principe fondamental qu'un fait ne peut être considéré comme *physiquement interprété* que si on le rapporte à un ou à plusieurs des facteurs suivants : 1° Matière dans un état de division plus ou moins avancé (molécule, atome ou sous-atome) ; 2° éther dans un état de condensation plus ou moins accentué ; 3° mouvement de ces substances.

Il est vrai que M. Ostwald croit à la possibilité de réduire à un seul les trois termes auxquels doivent toujours finir par aboutir toutes nos conceptions. Pour lui, l'énergie pourrait être substituée à la considération de la matière. Cette manière de voir, bien que très ingénieuse, paraît peu acceptable, car le caractère distinctif de l'énergie réside dans la facilité avec laquelle elle se présente sous les aspects les plus divers ; ses transformations sont infinies. Or, jamais l'*énergie-matière* ne s'est transformée en une énergie d'une autre espèce. Elle possède donc un caractère qui la distingue de toutes les autres énergies, si tant est qu'elle en soit une. Il est par conséquent plus simple de lui conserver la dénomination de *matière*.

A notre avis, le moment est venu de mettre en discussion les tendances d'école dans le domaine de la science, et cela au même titre qu'elles sont discutées dans le domaine des arts et des lettres.

* * *

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 7 décembre 1896.

M. le comte **Goblet d'Alviella**, *vice-directeur*, occupe le fauteuil.

M. le chevalier **Edm. Marchal**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Wauters, P. Willems, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, T.-J. Lamy, G. Tiberghien, L. Vanderkindere, F. Vander Haeghen, Ad. Prins, J. Vuylsteke, Ém. Banning, A. Giron, le baron J. de Chestret de Haneffe, Paul Fredericq, God. Kurth, Mesdach de ter Kiele, H. Denis, le chevalier Ed. Descamps, G. Monchamp, *membres ;* Alph. Rivier, J.-C. Vollgraff, *associés ;* Paul Thomas, V. Brants et A. Willems, *correspondants*.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend, sous l'impression d'un profond sentiment de regret, la perte qu'elle vient de faire en la personne de l'un de ses membres titulaires, M. le lieutenant-général en retraite Paul Henrard, décédé à Bruxelles, le 13 novembre, à l'âge de 66 ans.

La Classe vote des remerciements à M. le comte Goblet, qui a bien voulu être son organe aux funérailles ;

elle décide, en même temps, que le discours de M. Goblet paraîtra au *Bulletin* et qu'une lettre de condoléance sera adressée à M^{me} Paul Henrard.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire de l'ouvrage intitulé : *Paysages étrangers;* par Conrad de Buisseret. — Remerciements.

— M. le Secrétaire perpétuel fait savoir qu'il a reçu de l'Association philosophique et de la Société des mathématiciens, à Prague, une lettre invitant l'Académie à déléguer un de ses membres au troisième centenaire de l'anniversaire de naissance de Descartes, qui devait être célébré à l'hôtel de ville de Prague, le dimanche 6 décembre.

M. le Secrétaire ajoute qu'il a prié M. le chevalier von Hoefler, associé de la Classe, habitant Prague, de bien vouloir être, auprès de ses concitoyens, l'organe de l'Académie en cette circonstance.

— M. Kurth présente, pour l'impression, la seconde partie de son mémoire qui a remporté, en 1888, le grand prix de Stassart, pour la question sur la séparation actuelle en Belgique des pays de langue romane et des pays de langue germanique.

— M. Denis remet, également pour l'impression, le texte de la seconde partie du mémoire couronné de MM. Burny et Hamande, sur les caisses d'épargne en Belgique.

— Hommages d'ouvrages :

Sénèque. Morceaux choisis extraits des lettres à Lucilius et des traités de morale. Texte latin publié avec une intro-

duction, des remarques et des notes; par Paul Thomas. (Présenté par M. P. Willems, avec une note);

Étude sur la législation charitable en Hollande; par Léon Lallemand, associé;

De la création d'une École belge à Rome; par l'abbé Alfred Cauchie. (Présenté par M. Lamy, avec une note);

Des perquisitions et des saisies en matière répressive; discours; par le chevalier Hynderick de Theulegoet;

Une semaine coopérative, 25 octobre-1er novembre 1896 : neuvième congrès coopératif national; deuxième congrès coopératif international, à Paris;

A. *Les dix jours du Juif-Errant;* B. *Les piétés féroces. Pour Allah!* poèmes par Édouard Bernaert. (Présentés par M. le Secrétaire perpétuel, avec une note);

Geschiedenis van het Nederlandsche volk, derde deel; par P.-J. Blok, professeur à l'Université de Leyde. (Présenté par M. Paul Fredericq, avec une note);

A. *L'épargne de la femme mariée;* B. *Les salaires de la famille ouvrière;* C. *Le témoignage de la femme;* D. *La femme contre l'alcool;* par Louis Frank. (Présentés par M. L. Vanderkindere, avec une note);

Paciani Barcelonensis Episcopi opvscvla; par Ph.-H. Peyrot, docteur ès-lettres à Kampen. (Présenté par M. Vollgraff, avec une note).

Les notes lues par les présentateurs figurent ci-après.

— La Classe renvoie à l'examen un travail intitulé :

Le monument chrétien de Si-ugan-fou, son texte et sa signification, avec photographie; par T.-J. Lamy et A. Geluy.

— Commissaires : MM. de Harlez et Monchamp.

Discours prononcé aux funérailles du lieutenant-général Paul Henrard, membre de la Classe des lettres; par le comte Goblet d'Alviella, vice-directeur.

Je viens, au nom de l'Académie royale, exprimer la douleur que lui fait éprouver la perte d'un de ses membres les plus aimés et les plus dévoués.

Paul Henrard représentait dignement parmi nous cette pléiade d'officiers distingués qui, de tout temps en notre pays, ont brillé dans l'art de manier la plume aussi bien que l'épée.

Ses recherches sur l'histoire de l'artillerie, qui firent sensation, il y a plus de trente années, dans les *Annales de l'Académie d'archéologie d'Anvers,* le désignèrent, après la mort du général Guillaume, pour retracer dans la *Biographie nationale* la carrière de plusieurs Belges qui ont servi avec éclat dans les régiments wallons de l'Espagne et de l'Autriche.

Bientôt, étendant le cercle de ses études, il publiait, à l'aide de documents inédits, de nombreux et importants travaux se rapportant à l'histoire politique autant que militaire — notamment un volume sur *Henry IV et la princesse de Condé*, qui eut, quelques années plus tard, les honneurs d'une seconde édition, et une *Appréciation du règne de Charles le Téméraire,* qui lui valut, en 1873, une médaille d'or décernée par l'Académie.

Tous ces travaux qui avaient attiré sur Henrard l'attention du monde savant, lui ouvrirent, en 1879, les portes de la Classe des lettres. Il collabora à notre *Bulletin* par des essais qui attestent la souplesse de son style et la variété aussi bien que la profondeur de ses connaissances. Il publia encore, dans nos recueils de *Mémoires*, une étude d'une remarquable érudition sur *César et les Éburons*, et composa pour notre *Annuaire* des notices biographiques, tout ensemble impartiales et bienveillantes, sur deux féconds écrivains qu'il avait toute compétence pour juger, Théodore Juste et Kervyn de Lettenhove.

Devenu membre effectif le 5 mai 1884, il fut élu directeur de la Classe pour 1893. Mais un mal imprévu le terrassa au moment où il entrait en fonctions, et telle était son énergie morale qu'il trouva, au milieu de ses souffrances physiques, la force d'achever la préparation du discours qu'il devait prononcer à la séance publique du 8 mai 1893, et dont il dut confier la lecture à un de ses collègues. Dans cet essai, qu'on peut regarder comme son testament d'historien, peut-être comme son testament philosophique, il avait pris pour sujet *La science de l'histoire*. Il y montre que l'histoire, après avoir été un art, est devenue une science, science dont les conclusions essentielles sont l'existence d'un progrès graduel dans la marche de la civilisation, et la nécessité de contacts entre les races pour amener le développement de leur culture respective. C'est même dans cette dernière considération qu'il trouve, au moins pour le passé, la justification sociale de la guerre : amener le mélange des peuples afin d'assurer leur continuité et leur progrès.

Tout en se concentrant dans l'étude du passé, Henrard ne se désintéressait pas du présent. On se rappelle la brillante série d'articles que, s'inspirant à la fois du patriotisme le plus vif et d'un sentiment rationnel des nécessités de notre situation militaire, il publia, il y a douze ans, sur *La Question militaire*, dans la *Revue de Bel-*

gique, articles auxquels l'heure présente rend une actualité profonde.

Paul Henrard était un écrivain et un savant. Mais il était aussi un homme de cœur, et tous ceux qui l'ont approché, soit à l'Académie, soit dans d'autres sphères, n'oublieront jamais l'amabilité de son accueil, le charme de sa conversation, ni surtout le courant de sympathie qui se dégageait de sa personne et qui nous fait aujourd'hui si cruellement ressentir sa perte.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

J'ai l'honneur d'offrir à la Classe, au nom de notre savant confrère, M. Paul Thomas, un livre intitulé : *Sénèque. Morceaux choisis extraits des lettres à Lucilius et des traités de morale.* Texte latin publié avec une introduction, des remarques et des notes.

Cette publication, destinée spécialement à la classe de poésie des lycées français, a été confiée à M. Thomas par la librairie Hachette de Paris.

Dans le choix des morceaux, l'auteur a été guidé, comme il l'explique dans la préface, par deux principes :

« D'abord nous nous sommes attaché à ne prendre dans Sénèque que ce qui peut réellement servir à l'éducation des jeunes gens, parler à leur cœur et à leur conscience, et s'y graver pour la vie ; c'est pourquoi nous avons banni les exagérations de la morale stoïcienne et les idées qui répugnent aux sentiments de notre époque. En second lieu, nous avons choisi les morceaux qui nous ont paru les plus agréables et les plus attrayants, ceux où

Sénèque nous entretient de lui-même et nous ouvre son âme, et ceux où il nous dépeint les mœurs et la société de son temps. Ainsi notre chrestomathie présentera à la fois un intérêt moral et un intérêt psychologique et historique. »

Les deux principes si rationnels qui ont été suivis par l'auteur, ont été appliqués avec un rare discernement. Cette chrestomathie de Sénèque reproduit le portrait de Sénèque tout entier.

Un choix judicieux de notes explique les principales difficultés que le texte présente au jeune étudiant dans le domaine de l'histoire et des institutions romaines.

La notice sur Sénèque, placée en tête de la publication, fait connaître, d'une manière succincte mais suffisante, la vie et les œuvres de l'écrivain, de même que les *Remarques* sur la langue et le style de Sénèque renferment en 137 paragraphes les particularités propres à la grammaire, la syntaxe et la diction du moraliste latin.

Un appendice critique, par lequel la publication se termine, permet aux professeurs de contrôler les leçons suivies dans le texte.

Cette édition, faite pour les lycées français, rendrait aussi des services réels ailleurs qu'en France.

P. Willems.

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part de mon collègue, M. Cauchie, de l'Université de Louvain, une brochure sur la *Création d'une École belge à Rome.*

M. Cauchie signale à l'attention de ses compatriotes le mouvement vers les études historiques provoqué par l'ouverture des *Archives du Vatican.* Ces archives comprennent : les registres de la chancellerie pontificale, les registres des suppliques, les archives de la Chambre apostolique, les mélanges, les archives Borghèse, les archives du Château Saint-Ange, les archives consistoriales, enfin les archives de la Secrétairerie d'État. Ces dernières contiennent, entre autres, les archives de la nonciature de Bruxelles. M. Cauchie donne la liste des nonces de Bruxelles et le temps de leur nonciature avec les indications essentielles sur chacun des fonds mentionnés. Il passe ensuite en revue les principaux Instituts historiques de France, d'Allemagne et d'Autriche qui se sont donné pour mission d'exploiter les richesses historiques du Vatican. Ses vœux sont que la Belgique ne néglige pas d'exploiter les archives qui la concernent.

T.-J. Lamy.

J'ai l'honneur d'offrir à la Classe, au nom de mon jeune ami Édouard Bernaert, un exemplaire d'un poème portant pour titre : Les Dix jours du Juif-Errant. Il serait téméraire de ma part de parler, même brièvement, de cette œuvre au point de vue de ses qualités poétiques, n'étant pas même un initié au culte de ce langage.

Ces Dix jours, indépendamment d'un prologue et d'un épilogue : *Jéhvah parle*, forment dix chants : *Le Royaume tombe* (Ruines de Jérusalem); *la Victoire vainc les vainqueurs* (Chute de Rome) ; *les Bases chancellent* (Terreur de l'an mille) ; *l'Éternité se voile* (Timour Leng, le fléau asiatique); *la Beauté est violée* (Mahomet II à Sainte-Sophie); *la Justice s'arme* (Conquête du Mexique); *la Miséricorde se lasse* (Retraite de Russie); *l'Intelligence* *fulmine* (Fin d'Europe); *la Sagesse opère* (Signes précurseurs), et *la Couronne resplendit* (Le Jugement).

L'auteur joint à cet hommage un exemplaire d'un morceau en prose, dédié à Madame Pol Demade. Ces huit pages vécues, souvenirs d'un séjour en Algérie, portent pour titre : LES PIÉTÉS FÉROCES. « PAR ALLAH! » C'est l'émouvant récit d'une conversation sous la tente avec un de ces fiers Kaïds dont la domination française n'a pu dompter le féroce fanatisme et la haine de l'étranger chrétien.

Tout ce que je puis dire de ces productions du jeune poète, c'est que la phrase, comme le vers, a de grandes allures. Ses récits, comme ses pensées, sont fortement mouvementés.

Le chevalier EDM. MARCHAL.

J'ai eu l'honneur d'offrir à la Classe des lettres les deux premiers volumes de l'histoire du peuple néerlandais *(Geschiedenis van het Nederlandsche volk)*, par M. le Dr P.-J. Blok, professeur à l'Université de Leide (1). L'auteur a bien voulu me charger de vous présenter aujourd'hui le tome III de son bel ouvrage, qui a paru récemment.

Nous voici arrivés aux guerres de religion dans les Pays-Bas, à la lutte héroïque contre l'Espagne, que les Hollandais désignent sous le nom de guerre de Quatre-Vingts ans *(Tachtigjarige oorlog)*.

---

(1) Voir *Bulletin*, 3e série, t. XXIII, no 6, 1892, et t. XXVI, no 12, 1893.

Après une introduction sur les causes et les premiers commencements de la crise terrible qui coupa en deux les Pays-Bas de Charles-Quint, l'auteur étudie tour à tour l'époque du Taciturne et celle de Maurice et d'Oldenbarnevelt. Il conduit son récit jusqu'à la trève de Douze ans.

Cette partie de notre histoire nationale peut servir de pierre de touche pour éprouver le degré d'impartialité d'un historien. Je crois pouvoir affirmer que M. le professeur Blok a décrit toute cette tragédie avec une connaissance des sources et une objectivité remarquables, en un mot, *sine ira et studio.*

Paul Fredericq.

M. Louis Frank, avocat, docteur spécial en droit public de l'Université de Bruxelles, m'a prié de faire hommage, en son nom, à la Classe des lettres, de plusieurs ouvrages consacrés à l'étude des droits et du rôle social de la femme. La question est à l'ordre du jour et, quelle que soit la solution vers laquelle on soit entrainé, on trouvera intérêt à voir discuter ces graves problèmes.

M. Frank, qui prépare encore toute une série d'ouvrages, une véritable encyclopédie, sur la matière, nous soumet aujourd'hui des études sur *Le témoignage de la femme*, *L'épargne de la femme mariée*, *Les salaires de la famille ouvrière*, *La femme contre l'alcool.*

Je suis heureux de louer son zèle, son érudition et le talent réel d'exposition que révèlent tous ses travaux.

L. Vanderkindere.

M. Ph.-H. Peyrot, docteur ès-lettres à Amersfoort (Pays-Bas) et un des meilleurs élèves de mon ami van der Vliet, professeur à l'Université d'Utrecht (1), m'a prié de faire hommage, en son nom, à la Classe des lettres, de sa thèse académique sur les écrits de Pacien, évêque de Barcelone qui vécut sous le règne de Théodose et de ses prédécesseurs : *Paciani Barcelonensis Episcopi opuscula edita et illustrata.*

Le travail de M. Peyrot contient :

1° Une étude sommaire sur la vie et les œuvres de Pacien ;

2° Une édition critique des *Epistulae tres ad Sympronianum Novatianum* (a. *De catholico nomine;* b. *De Semproniani literis;* c. *Contra tractatus Novatianorum*), de la *Paraenesis sive exhortatorius libellus ad paenitentiam* et du *Sermo de baptismo*, tout ce qui nous reste des œuvres du célèbre évêque de Barcelone.

Il existe de Pacien deux bons manuscrits du XI^{e} et du XII^{e} siècle, dérivant d'un même archétype perdu. L'un se trouve à la Bibliothèque Nationale, l'autre à Rome. M. Peyrot a collationné très scrupuleusement celui de Paris, tandis qu'un de ses amis, M. Modderman, a comparé celui du Vatican.

J'ai eu le plaisir de constater que M. Peyrot n'a aucunement négligé l'étude des éditions antérieures de du Tillet et de Galland, et s'est acquitté de sa tâche avec beaucoup de soin.

---

(1) M. van der Vliet a publié sur Pacien un excellent article dans la *Mnémosyne* d'avril 1895. Cette étude renferme plusieurs émendations du texte que M. Peyrot a trouvées confirmées par le manuscrit de Paris.

Parmi ses propres conjectures, plusieurs sont remarquables, quelques-unes constituent même des corrections certaines.

Ce qui rehausse encore la valeur de cette édition, c'est que M. Peyrot y a reproduit tous les passages d'auteurs sacrés et profanes qui lui semblaient pouvoir contribuer à l'interprétation du texte.

A notre époque, les grands écrivains chrétiens qui abondent en allusions et en citations relatives aux temps classiques, sont malheureusement pour la plupart des philologues une *terra incognita* (1).

Il serait hautement désirable qu'un certain nombre de jeunes philologues bien doués suivissent l'exemple de M. Peyrot et de son savant maître qui, à côté des textes profanes, lisent la Bible et les auteurs sacrés.

J.-C. VOLLGRAFF.

---

(1) Érasme, Bentley, Valckenaer, Lachmann, Cobet les connaissaient à fond.

« Quod nuper Iulius Wellhausen, ut theologos ad philologiae studium exhortaretur, breviter simul et graviter pronuntiavit, omnibus somniis hodie videri incredibilius Bentleium theologiam professum esse, id dignum est quod etiam philologi non sine pudore perpendamus. Namque christianarum literarum Graeca certe monumenta — de Latinis paullo melius agitur - quod pleraque fere jacent neglecta, id veremur ne *cum ingenti fiat etiam philologiae detrimento.* ... Industriae vestrae, humanissimi commilitones, campum fructuosum eundemque desertum commonstrare nostrum duximus..... »

Universitatis Gryphiswaldensis Rector
AUGUSTUS PREUNER.

ÉLECTIONS.

La Classe procède à l'élection :

1° De sa Commission spéciale des finances pour l'année 1897. Les membres sortants sont réélus. M. Lamy remplacera M. Henrard, décédé ;

2° *a*) De quatorze noms pour la formation du jury de sept membres chargé de juger la troisième période du concours quinquennal des sciences sociales ; *b*) de dix noms pour la formation du jury de cinq membres chargé de juger la treizième période du concours triennal de littérature dramatique en langue française.

Ces deux listes seront transmises à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports de MM. Wauters, Vuylsteke et Piot, sur un mémoire intitulé : *De Secten der Geeselaars en der Dansers in de Nederlanden tijdens de XIV^e eeuw;* par M. Paul Fredericq. — Ce travail figurera, avec la chromolithographie qui l'accompagne, dans les *Mémoires* in-4°.

Les Passions allemandes du Rhin dans leur rapport avec l'ancien théâtre français; par Maurice Wilmotte.

Rapport de M. J. Stecher, premier commissaire.

« Voici une de ces études comme les aime l'Académie ; étude précise, méthodique, sévèrement documentée, sans redite d'hypothèses banales, mais non sans nouveautés gagnées pour la science.

C'est aussi un travail qui intéresse notre pays bilingue, car l'auteur, M. Wilmotte, professeur à l'Université de Liége, démontre une fois de plus combien notre littérature a servi de transition entre l'Allemagne et la France.

Comme Veldeke pour l'*Énéide*, le *Paaschspel* de Maestricht a fait passer des suggestions littéraires de l'une à l'autre rive du Rhin. C'est, en quelque sorte, la vocation de l'Entre-Rhin-et-Meuse.

Le problème abordé dans ces pages exigeait une finesse philologique et presque psychologique; elle n'a pas fait défaut à l'ardent travailleur. Il n'a pas perdu de vue que le drame religieux, au moyen âge, n'a pu secouer la raideur hiératique que par ce goût du réalisme qui se rencontrait alors jusque chez des mystiques comme Ruisbroeck, qui demeure bien brabançon dans les détails.

Sans doute, ce besoin de localiser, de concréter les plus hautes transcendances a dû introduire une singulière variété au sein de l'unité la plus orthodoxe. Sainte-Beuve a pu dire : « Chaque pays, chaque siècle a eu sa variante de Madeleine. »

Et pourtant il en a été du drame sacré comme de la chanson de geste; un peuple a fait prévaloir de bonne heure sa primauté en provoquant partout des imitations de son génie. Ce n'est donc pas un lieu commun négligeable que cette formule chère aux trouvères de tous pays :

« Le sceptre de *clergie* a passé d'Athènes à Rome et de Rome à Paris. »

Le mémoire de M. Wilmotte a un double objet : il consiste d'abord dans l'étude comparative et la classification d'un certain nombre de drames religieux en dialectes germaniques des XIV^e, XV^e et XVI^e siècles. Ces drames, d'après M. Wilmotte, appartiennent tous à une grande famille, dont le berceau est le pays rhénan. Parmi eux figure le *Paaschspel* de Maestricht, dont le manuscrit a été découvert en cette ville. On sait que tous les critiques et les historiens de la littérature néerlandaise aiment à considérer ce drame du XIV^e siècle comme un précieux spécimen de notre plus ancienne poésie dramatique.

Le second objet du travail soumis à notre appréciation est de déterminer le caractère des influences françaises qui ont dû s'exercer sur l'art sacré des Allemands. M. Wilmotte donne d'abord les preuves de cette influence dans l'original X perdu de tous les textes rhénans; il examine ensuite les infiltrations postérieures dont témoigne chacun des textes du groupe. L'originalité du point de vue défendu ici consiste en ce que l'influence de la France, admise généralement dans le domaine de l'épopée, du roman et même de la lyrique, avait été contestée, dans celui du théâtre, par les critiques qui, depuis 1870, ont étudié les origines et le développement du drame sacré en Allemagne. Et cependant, dès 1845, un ancien professeur de Louvain, sous le roi Guillaume, l'illustre Mone, grand dénicheur de titres néerlandais, avait, du moins à grands traits, relevé les traces de l'action exercée par la France, notamment par les *disputoisons*. C'est sa manière de voir que M. Wilmotte a reprise et essayé de justifier par une démonstration détaillée.

Tout est serré de près, jusque dans les minuties dialectales romanes et germaniques, mais avec un doigté de technique philologique remarquable.

Quelque opinion que l'on adopte en cette controverse, qui n'est pas près d'être terminée, j'estime que l'Académie doit accueillir ce travail, soit dans ses *Bulletins*, soit dans sa collection des *Mémoires couronnés*. »

Rapport de M. Paul Fredericq, second commissaire.

« La dissertation de M. Wilmotte m'a paru fort intéressante et bien documentée. Néanmoins, je ne connais pas assez la question pour me prononcer sur les conclusions de l'auteur. Pour la même raison, j'ignore s'il a tenu compte de tous les éléments du problème.

Mais j'ai confiance dans la compétence du premier commissaire et je me rallie bien volontiers à la proposition qu'il vous fait de publier le travail de M. Wilmotte, soit dans nos *Bulletins*, soit dans nos *Mémoires couronnés et autres*. »

La Classe décide l'impression du travail de M. Wilmotte dans le *Recueil des Mémoires*.

Le dieu celtique Intarabus *ou* Entarabus ;
par J.-P. Waltzing, professeur à l'Université de Liége.

Rapport de M. Godefroid Kurth, premier commissaire.

« La notice de M. Waltzing complète de la manière la plus heureuse le mémoire du même savant publié dans les *Bulletins* de l'Académie en 1892. En proposant à la Classe des lettres de l'imprimer, je me permets de soumettre une conjecture à l'auteur, au sujet d'une particularité de l'inscription qu'il nous communique. On y lit *Intairabus* pour *Intarabus* et *fainum* pour *fanum*. Je ne me rallierais pas volontiers à l'interprétation d'après laquelle il faudrait chaque fois regarder cet *i* parasite comme dû à la négligence du lapicide. Je serais plutôt tenté de voir ici le phénomène que les linguistes appellent, dans leur argot, l'*infection*, et qui est propre aux régions de la Moselle et des Ardennes. Il consiste précisément dans l'insertion d'un *i* dans un grand nombre de syllabes, derrière l'*a* et l'*o* ; c'est ainsi que les diplômes du moyen âge écrivent *in Goidts namen* pour *in Godts namen*, *sie haint* pour *sie hant* (haben), et ainsi de suite.

Il serait intéressant de constater que ce phénomène phonétique a déjà affecté les vocables latins dans la bouche des indigènes de la région qui a fourni le document commenté par le savant épigraphiste de Liége. »

Rapport de M. P. Willems, second commissaire.

« Je me joins à mon savant confrère pour demander l'insertion au *Bulletin* de la notice très intéressante communiquée par M. le professeur Waltzing. »

La Classe adopte la proposition de ses commissaires.

COMMUNICATION ET LECTURE.

Le dieu celtique Intarabus *ou* Entarabus; par J.-P. Waltzing, professeur à l'Université de Liége.

Au mois de juin 1892, j'ai eu l'honneur de communiquer à la Classe des lettres une inscription latine nouvellement découverte à Foy, commune de Noville, près de Bastogne (1). Selon moi, cette inscription devait être lue de la manière suivante :

Deo En[t]arabo et Genio | *(centuriae) Ollodag(i), porticum, quam* | *Velugnius Ingenuus promi*|*serat, post obitum ejus,* | *Sollavius Victor fil(ius) adoptivos fecit.*

Deux points étaient restés douteux : fallait-il lire *Entarabo* ou *Enarabo* et quelle est la nature de ce dieu celtique?

Une inscription trouvée à Niersbach *(Kreis Wittlich, Regierungsbezirk Trier)* au XVII^e siècle et conservée par Wiltheim (2), avait fait connaître un *deus Intarabus*. La pierre de Foy est cassée précisément entre les lettres N et A, et à première vue on n'y découvre rien de la lettre T. L'inscription de Niersbach nous fit penser que les lettres N et T étaient peut-être réunies de la façon suivante : NT, ligature dont il existe des exemples assez nombreux. En examinant de près la fracture, nous avons cru reconnaître un reste de la partie gauche de la barre transversale du T. Aujourd'hui toute vérification est devenue impossible : au Musée de Bruxelles (Parc du Cinquantenaire), où se trouve la pierre, on a réuni les morceaux, de telle façon que le plâtre recouvre l'endroit où devait se trouver la barre transversale du T.

---

(1) *Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique,* 3^e série, tome XXIV, 1892, pp. 375-398. Depuis, nous avons publié l'inscription dans le *Korrespondenzblatt der Westd. Zeitschrift*, 1892, n. 66 et 122. Schuermans l'a publiée dans le *Bull. des Commissions royales d'art et d'arch.,* 1892, pp. 291-318. Il lit : *Enarabo* et *Sollanius.*

(2) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, loc. cit.*, p. 386. Brambach, 855.

Heureusement une découverte nouvelle vient résoudre la question. Au mois de mai passé, on a déterré à Loewenbrücken, faubourg de Trèves, une inscription fort intéressante que le Dr Lehner vient de publier dans le *Korrespondenzblatt der Westdeutschen Zeitschrift für Geschichte und Kunst*, 1896, XV, p. 122. Nous ne la reproduisons pas en caractères épigraphiques, parce que les caractères des lignes 4 et 5 sont en partie effacés. Voici comment il faut la lire :

In h(onorem) d(omus) d(ivinae), deo Marti Inta<i> | rabo Vitalius Victorinus | et Novellinius Mallus fa<i>|num e[t] simulacrum a fundam|[ent]is ex voto r[es]tituerunt.

« En l'honneur de la maison divine, au dieu Mars » Intarabus, Vitalius Victorinus et Novellinius Mallus » ont réparé ce sanctuaire avec la statue, depuis les fon- » dations, en accomplissement d'un vœu. »

Les deux premières lignes sont ainsi disposées :

IN · H · D · D · DEO · MARTI · INTAI
RABO · VITALIS · VICTORINVS ·

Le graveur voulait mettre : **INTARABO**. Comme il restait un peu de place à la fin de la première ligne, il a essayé d'y mettre encore la lettre R et il a gravé la haste verticale, puis il y a renoncé. Voilà comment le Dr Lehner explique la présence de ce trait, que l'on prendrait à tort pour un I. La même erreur s'est produite à la fin de la troisième ligne, dans le mot FANVM.

Il est donc incontestable que le dieu s'appelait *Intarabus* ou *Entarabus*. Quant à la nature et aux attributs de ce dieu, il n'y avait pas d'indice certain et les celtisants n'ont pu expliquer son nom (1). On ne pouvait faire que des conjectures. Dans l'inscription de Foy, il s'agit d'un vœu adressé à ce dieu par deux soldats, et le dieu celtique est associé au *Genius centuriae Ollodagi*, au génie de la centurie commandée par Ollodagus. Il était assez naturel de supposer qu'on avait affaire à un dieu guerrier, mais la conclusion n'était pas sûre, parce que les soldats associent souvent des dieux quelconques, surtout des dieux nationaux, aux dieux militaires (2), ou bien choisissent comme protecteur un dieu qui n'a pas d'attributions guerrières (3).

Les divinités celtiques furent souvent identifiées aux divinités romaines ayant des attributs analogues et on leur donnait à la fois le nom romain et le nom celtique : c'est un moyen sûr de reconnaître leur nature. C'est ce que Vitalius Victorinus et Novellinius Mallus ont fait dans l'inscription de Loewenbrücken. C'est au *deus Mars*

---

(1) Nous avons donné la conjecture de D'ARBOIS DE JUBAINVILLE (*l. l.*, p. 388, n. 3). HOLDER (*Altceltischer Sprachschatz, s. v. Entarabus*) traduit par *Mittler*, médiateur

(2) *Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique, l. l.*, p. 392.

(3) VON DOMASZEWSKI, *Die Religion des römischen Heeres* (WESTDEUTSCHE ZEITSCHRIFT, XIV, 1895, pp. 1-121).

Intarabus qu'ils ont reconstruit un sanctuaire orné d'une statue. Intarabus était donc un dieu guerrier identifié à Mars par les Trévires romanisés.

Dans notre précédente communication, nous parlions d'une statuette en bronze, haute d'environ 20 centimètres, trouvée, il y a plus de vingt ans, dans le champ même où fut déterrée l'inscription de Foy. Cette statuette a été décrite par Schuermans (1), mais elle n'a pas encore reçu les honneurs de la publication. Schuermans a supposé qu'elle représentait soit le dieu Entarabus, soit le génie de la centurie d'Ollodagus. Le D^r Lehner fait remarquer qu'elle n'a rien de commun avec le type connu des génies militaires, et il incline à croire qu'elle représente le dieu Entarabus. Nous souhaitons qu'elle soit bientôt publiée.

---

(1) SCHUERMANS, *l. l*, p. 394. La statuette est conservée par M. Louis Mathieu, Grand'Place, à Bastogne

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 3 décembre 1896.

M. **Th. Radoux**, directeur.

M. le chevalier **Edmond Marchal**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Th. Vinçotte, *vice-directeur;* Éd. Fétis, Ad. Samuel, G. Guffens, Jos. Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, J. Stallaert, Alex. Markelbach, Max. Rooses, J. Robie, G. Huberti, A. Hennebicq, Éd. Van Even, Alfr. Cluysenaar, F. Laureys, le comte J. de Lalaing, J. Winders, Em. Janlet, H. Maquet, *membres;* J.-B. Meunier, Alb. De Vriendt et Flor. van Duyse, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur, en ouvrant la séance, annonce la perte que M. Charles Tardieu vient de faire presque inopinément, par la mort de sa femme.

La Classe s'associe aux sentiments qu'exprime à ce sujet M. Radoux et, sur la proposition de celui-ci, M. le Secrétaire perpétuel écrira à M. Tardieu, pour lui exprimer les condoléances de ses confrères au sujet de l'événement douloureux qui vient de le frapper.

— M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics fait parvenir : 1° une expédition de l'arrêté ministériel qui alloue la pension de 4,000 francs à M. Augustin Cols, lauréat du grand concours d'architecture de 1896; 2° trois exemplaires du programme du grand concours de sculpture de 1897.

— Le même Ministre envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, la 5e livraison de la publication intitulée : *Les Musées royaux du Parc du Cinquantenaire et de la Porte de Hal, à Bruxelles.*
— Remerciements.

— MM. Émile Vloors et Jules Baetes, lauréats des concours d'art appliqué, adressent des lettres de remerciements.

— Hommages d'ouvrages :
Notice sur la vie et les travaux de M. Ambroise Thomas; par le comte Henri Delaborde;
Aesthetische Durchbildung der Hochbauten der Verkehrs-Anlagen und der Donau-Canal-Regulierung; par Otto Wagner, architecte à Vienne. (Présenté par le chevalier Edm. Marchal.)
— Remerciements.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des appréciations suivantes :
1° De MM. Winders, Janlet et Maquet, sur le cinquième rapport de M. Arthur Verhelle, prix de Rome pour l'architecture, en 1890, et sur le premier rapport (3e année

d'études) de M. Lambot, boursier de la fondation Godecharle, pour l'architecture ;

2° De MM. Jacquet, De Groot et Vinçotte, sur le septième rapport de M. Égide Rombaux, prix de Rome pour la sculpture, en 1891 ;

3° De la section de sculpture sur le modèle du buste de J. Brasseur, exécuté par M. Émile Cantillon.

Copies de ces appréciations seront transmises au Gouvernement.

CONCOURS ANNUEL.

La Classe nomme, conformément à l'article 13 de son règlement, les commissions chargées de s'occuper de la présentation des questions pour le programme du concours de 1898.

CAISSE CENTRALE DES ARTISTES.

Conformément à l'article 13 du règlement de la Caisse centrale des artistes belges (arrêté royal du 10 janvier 1849), M. Marchal, trésorier, soumet à l'approbation de la Classe l'état général des recettes et des dépenses de la Caisse pendant l'année 1896, dressé en conformité de l'article 16 du règlement. (Impression au *Moniteur* et dans l'*Annuaire* de1897.)

ÉLECTIONS.

La Classe procède à l'élection de sa Commission spéciale des finances pour 1897. — Les membres sortants sont réélus. — M. Hymans remplacera M. Pauli.

Elle se constitue en comité secret pour la discussion des titres des candidats aux places vacantes et la présentation de candidatures nouvelles.

COMMUNICATION ET LECTURE.

Un mot au sujet du discours prononcé par M. Théodore Radoux, directeur de la Classe des beaux-arts, dans la séance publique du 8 novembre 1896; par Peter Benoit, membre de l'Académie.

Je tiens à exprimer personnellement mes plus vifs remerciements à notre cher Directeur de la Classe, M. Théodore Radoux, au sujet de son exposé de principes relatifs à la nationalité dans l'art musical, et développés dans son discours directorial, en séance publique de la Classe des beaux-arts de l'Académie royale de Belgique, le 8 novembre 1896.

M. Radoux, avec l'autorité que lui donnent son savoir et sa position de directeur du Conservatoire de Liége, a prononcé pour les musiciens wallons le sacramentel : « Sésame, ouvre-toi ! » mettant ainsi en leur possession des trésors de musique populaire wallonne, dont ils pourront s'inspirer à l'avenir, afin d'imprimer à leurs compositions musicales le cachet national wallon.

C'est ce que fit, il y a bientôt un quart de siècle, un musicien flamand (1) pour les Flamands, en adoptant comme un des principes fondamentaux de l'éducation musicale à l'École de musique d'Anvers, l'étude pratique dans tous les cours et l'application aux œuvres musicales de la musique populaire flamande, ce qui, du reste, n'était pas entièrement nouveau pour la Belgique, certains pays nous ayant précédés depuis longtemps dans cette voie artistique nationale.

Je trouve dans l'opinion exprimée par M. Radoux une adhésion aux idées défendues, depuis bientôt trente ans, par le musicien flamand précité, et une confirmation de ce que celui-ci a préconisé dans de nombreux écrits, c'est-à-dire le principe autrefois controversé et combattu « de la nationalité dans l'art musical en Belgique ».

L'initiative prise par M. Radoux fera sensation dans notre pays si éminemment artistique. Dorénavant, espérons-le, les musiciens wallons, puisant aux sources de la musique populaire wallonne, et les musiciens flamands, continuant leur œuvre flamande commencée et poursuivie avec succès, marcheront d'accord vers la réalisation d'un idéal rêvé : « donner à notre patrie bilingue une dualité musicale artistique sincère et caractéristique ».

Merci encore à notre honoré confrère, M. Théodore Radoux, et bonne chance à tous.

---

(1) Peter Benoit.

* * *

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 15 décembre 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alfr. Gilkinet, *vice-directeur;* le baron de Selys Longchamps, G. Dewalque, E. Candèze, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Fr. Crépin, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, P. De Heen, C. Le Paige, F. Terby, J. Deruyts, H. Valérius, L. Fredericq, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* L. Errera, A. Lancaster, G. Cesàro et J. Fraipont, *correspondants.*

En ouvrant la séance, M. le Directeur félicite MM. Candèze, Van Bambeke et Spring pour leur promotion au grade d'officier de l'Ordre de Léopold. Nos trois confrères, ajoute-t-il, peuvent être d'autant plus fiers de porter leurs nouveaux insignes que leur promotion est des plus méritées. (*Applaudissements.*)

M. Candèze remercie la Classe tant en son nom personnel qu'en celui de MM. Van Bambeke et Spring.

CORRESPONDANCE.

M. le Recteur de l'Université de Liége fait savoir que la cérémonie des derniers honneurs à rendre à M. le professeur Delbœuf, membre de la Classe, aura lieu à la salle académique de l'Université, le jeudi 17 décembre, à 11 heures.

— La Classe accepte le dépôt dans les archives d'un billet cacheté de M. L. Errera, portant la date du jour de la séance.

— Hommage d'un ouvrage :

Planches de physiologie végétale; par L. Errera et Ém. Laurent. Texte descriptif français avec 86 figures et explications des planches en français, en allemand et en anglais. — Remerciements.

— Un travail de M. Julien Fraipont (*La grotte du mont Falhise, Anthée*) est renvoyé à l'examen de MM. Dewalque, Dupont et Malaise.

JUGEMENT DES CONCOURS.

SCIENCES NATURELLES.

Première question.

On demande des recherches nouvelles au sujet de l'Intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés.

Rapport de M. Plateau, premier commissaire.

« Je vais essayer de résumer le long, mais très important travail, portant pour épigraphe : *Ab ovo usque ad mala*, en réponse à la question : *On demande des recherches nouvelles au sujet de l'intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés.*

L'auteur, obligé naturellement de limiter ses recherches à certains groupes déterminés, a choisi les Insectes et les Mollusques lamellibranches.

Chez les Insectes, dont le développement post-embryonnaire constitue un sujet des plus intéressants, il a étudié successivement les phénomènes qui se passent chez les formes à métamorphoses complètes et chez celles à métamorphoses incomplètes.

INSECTES A MÉTAMORPHOSES COMPLÈTES.

A. — *Transformation du tissu musculaire.*

Deux opinions principales régnaient au sujet de la transformation du tissu musculaire des organes larvaires. D'après l'une, soutenue surtout par Kowalevsky et Van Rees, la destruction du tissu musculaire de la larve serait due exclusivement ou presque exclusivement aux globules sanguins ou amibocytes passant à l'état de phagocytes, dévorant et digérant la substance contractile des fibres et même les noyaux.

D'après l'autre, basée principalement sur des recherches concernant l'atrophie de la queue des Têtards et qui fut défendue par S. Mayer, Barfurth, Loos, etc., le tissu musculaire subit une désagrégation sans intervention active, déterminante, de phagocytes, ces derniers éléments ne jouant qu'un rôle accessoire.

Metschnikoff interpréta cependant les choses d'une troisième manière : il ne se produirait, dans le muscle, ni disparition de noyaux, ni désagrégation spontanée des fibres, ni destruction par des phagocytes provenant du sang de l'animal. Il y aurait destruction et absorption du tissu par des phagocytes musculaires nés dans son sein et constitués des noyaux musculaires entourés de portions empruntées au tissu contractile.

L'auteur du mémoire de concours, par l'examen des éléments de nombreuses nymphes de *Calliphora vomitoria* fixées par des procédés divers, est parvenu à expliquer une partie de ces désaccords, en montrant que le phénomène d'histolyse du tissu musculaire des Muscides s'effectue par deux procédés pouvant marcher parallèlement : le muscle étant entré dans la phase d'inactivité, l'élément contractile perd sa structure, devient homogène et se résout en fragments qui, l'action des réactifs colorants semble l'indiquer, sont le siège d'altérations chimiques, les phagocytes proprement dits d'origine sanguine n'intervenant pas comme agents dissociants. Les phagocytes ne commencent leur œuvre que plus tard, l'altération chimique des parcelles ou sarcolytes du tissu en voie de destruction les attirant par chimiotaxisme.

Mais, tandis que la partie contractile des fibres subit ainsi les modifications que nous venons de rappeler, il arrive fréquemment aussi que les noyaux musculaires s'hypertrophient, s'entourent d'une zone de cytoplasme et forment ainsi de grandes cellules ou myoclastes qui deviennent libres par rupture du sarcolemme et fonctionnent à peu près comme les éléments décrits par Metschnikoff; ils absorbent en grand nombre les sarcolytes qui subissent dans leur intérieur des modifications profondes, telles que la dégénérescence graisseuse, par exemple.

En résumé, il y aurait ici désagrégation spontanée du tissu musculaire, puis enlèvement et digestion des débris par deux espèces d'éléments cellulaires distincts, des phagocytes proprement dits et des myoclastes.

Le *Bombyx Mori* a donné à l'auteur des résultats analogues. Chez la nymphe d'un Coléoptère, le *Tenebrio molitor,* les faits sont un peu différents : la destruction musculaire débute encore une fois dans l'élément contractile lui-même et la phagocytose n'apparaît qu'ultérieurement, mais il n'y a pas intervention de myoclastes et ce sont des phagocytes vrais provenant du sang qui seuls absorbent et véhiculent les produits de désagrégation des muscles.

Enfin, pour terminer ce qui concerne la destruction du tissu musculaire chez les Insectes à métamorphoses complètes, disons que la larve de Phrygane âgée a fourni des faits qui, mis en parallèle avec d'autres offerts par *Calliphora* et *Bombyx*, permettent de supposer que c'est surtout vers la fin de la phase larvaire et au commencement de la phase nymphale que les muscles se détruisent par myoclastes et que le rôle des phagocytes vrais ne devient prépondérant qu'à des époques plus avancées.

B. — *Destruction des glandes salivaires.*

Dans ce cas encore, l'auteur constate que les phagocytes ne sont pas la cause première de la destruction. Les cellules glandulaires épuisées présentent d'abord incontestablement des phénomènes de dégénérescence, et ce n'est que lorsque celle-ci est assez accusée que les phagocytes amenés par chimiotaxisme les corrodent et en incorporent la substance. Il réfute en passant l'opinion de Viallanes, qui croyait à la formation endogène de petites cellules quittant sans cesse la cellule salivaire au sein de laquelle elles étaient nées, pour se répandre dans la cavité du corps.

C. — *Destruction de l'épithélium chitinogène larvaire.*

En examinant ce qui se passe chez la Mouche bleue, le Ver à soie et le Ver de farine, l'auteur du travail a pu confirmer les observations de Van Rees : les cellules chitinogènes destinées à disparaître offrent des signes évidents de destruction spontanée : condensation du noyau (*Calliphora*), fragmentation du cytoplasme, apparition de granulations graisseuses, etc. De nouveau, ce n'est que quand ces phénomènes ont débuté que les phagocytes vrais interviennent.

Pendant que l'ancien épithélium subit ainsi l'histolyse et la phagocytose, ses cellules cèdent la place à des éléments histologiques nouveaux provenant de la prolifération d'îlots embryonnaires ou disques imaginaux. De cette façon, jamais la couche chitinogène n'offre de solutions de continuité.

D. — *Destruction du corps adipeux.*

Kowalevsky a décrit la destruction du corps adipeux comme effectuée directement par des phagocytes. Van Rees, de son côté, croit à la pénétration de globules sanguins (amibocytes) dans les cellules du corps adipeux ; ils s'y gorgeraient de granulations graisseuses, puis quitteraient successivement l'élément cellulaire.

L'auteur du mémoire qui nous est soumis n'admet ni l'une ni l'autre de ces interprétations. Pour lui, il n'y a pénétration dans la cellule adipeuse ni de globes granuleux (phagocytes) ni d'amibocytes dont on pourrait toujours, s'ils existaient, reconnaître les noyaux. Ici, comme pour les autres tissus, la phagocytose n'intervient que lorsque la cellule adipeuse s'est désagrégée spontanément en passant par une série de modifications.

INSECTES A MÉTAMORPHOSES INCOMPLÈTES.

L'évolution d'un Insecte à métamorphoses incomplètes est en général considérée comme se résumant en un simple accroissement. L'auteur s'est proposé de vérifier pour les muscles et l'épithélium chitinogène, chez la Forficule, la Nèpe et la Nautonecte, le bien-fondé de l'hypothèse émise par Korschelt et Heider, d'après laquelle les choses se passeraient, au contraire, chez les Insectes hémimétaboles comme chez les holométaboles, c'est-à-dire par destruction de groupes d'éléments cellulaires épuisés et régénération d'éléments nouveaux.

Il a constaté que la théorie émise par les naturalistes précités était exacte : la destruction des tissus n'est naturellement pas générale ; à un moment donné, quelques muscles seulement sont le siège de désagrégation et de formation de myoclastes: la couche chitinogène n'offre pas de grandes régions en voie de remplacement ; ce sont des cellules isolées qui présentent des symptômes de mort, tandis que d'autres en pleine activité se multiplient après avoir puisé des matériaux de nutrition dans la substance de myoclastes répandus à la base de l'épithélium.

Constatant, à propos de la destruction du tissu musculaire, que celle-ci, chez les hémimétaboles, a lieu par seule production de myoclastes, donc par autophagocytose, tandis que chez les holométaboles il y a phagocytose mixte, ou intervention subséquente de cellules migratrices, l'auteur émet, au point de vue phylogénétique, l'idée que l'autophagocytose serait un phénomène primordial, tandis que la phagocytose par phagocytes vrais serait un phénomène acquis apparaissant là où des métamorphoses profondes doivent s'effectuer d'une façon rapide.

DESTINÉE DES PRODUITS DE DESTRUCTION.

Que deviennent les phagocytes bourrés de débris de tissus et les myoclastes?

Avec Van Rees et Kowalevsky, l'auteur voit les phagocytes qui se répandent çà et là être le siège d'une digestion intracellulaire plus ou moins complète des éléments qu'ils ont absorbés. Tantôt, comme chez *Calliphora*, les sarcolytes et autres substances y seraient en partie transformés en liquides diffusant au travers de la membrane cellulaire, une autre portion de ces substances pouvant être mise en liberté avant transformation totale. Tantôt, comme chez *Tenebrio*, les matériaux ingérés se transforment, dans le phagocyte, en graisse expulsée ensuite sous forme de boules.

Les myoclastes aussi sont le lieu d'une digestion intracellulaire, puis se désagrègent et mettent en liberté leur contenu semi-liquide au voisinage de jeunes tissus en voie de formation, lesquels l'absorbent à leur tour.

D'une façon générale, dit l'auteur, les produits de la destruction histolytique servent tous de matériaux nutritifs aux organes imaginaux.

DÉVELOPPEMENT DES ORGANES REPRODUCTEURS.

La reproduction est la destinée finale à laquelle tendent toutes les forces de l'organisme animal. Aussi les produits de destruction des tissus larvaires servent-ils, chez les Insectes, à la nutrition et au développement des éléments reproducteurs. Ainsi la graisse passe, à la suite d'une division poussée très loin, dans les cellules épithéliales des gaines ovariques qui la cèdent plus tard aux ovules.

L'auteur a examiné attentivement ce qui se passe dans l'ovaire du Dytique. Il a vu dans la chambre initiale ou germigène des gaines ovigères, à côté des phénomènes décrits, par exemple par Korschelt, ce fait intéressant que plusieurs cellules du germigène subissent une destruction histolytique sans intervention de phagocytose, et que les produits de cette destruction pénètrent finalement dans les jeunes ovules, cette pénétration permettant d'expliquer d'une manière rationnelle des détails probablement mal interprétés par Will.

On admet depuis longtemps que, dans les gaines ovigères des Insectes où les ovules se trouvent bientôt séparés par des groupes de cellules vitellines ou nutritives, le contenu de ces dites cellules est absorbé par l'œuf. L'auteur a étudié cette absorption dans ses diverses phases : la mince couche épithéliale qui sépare les unes des autres les cellules nutritives devenues énormes, cède par places ; des cellules nutritives se fusionnent, puis leur substance coule et pénètre dans l'œuf voisin qui fonctionne comme un volumineux phagocyte ; là leur cytoplasme se confond intimement avec le vitellus, tandis que leurs noyaux, soit entiers, soit en traînées diffluentes, restent durant longtemps distincts et décelables par les réactifs. Pendant cette pénétration, le noyau de l'œuf ou vésicule germinative présente des mouvements amiboïdes et se porte à la rencontre du ou des noyaux entrés qu'il entoure et englobe dans sa substance.

De cette façon, le cytoplasme des cellules nutritives sert à l'augmentation de volume et à la nutrition du vitellus de l'œuf, tandis que les noyaux de ces mêmes cellules servent à la nutrition de la vésicule germinative et, semble-t-il, à l'accroissement de sa chromatine.

Les résultats fournis par le Dytique et confirmés par des observations sur le Carabe, le Bombyx de la soie, l'Hydrophile, le Téléphore, semblent tous conduire à cette conclusion que l'œuf s'est nourri par phagocytose, depuis son origine et pendant tout son trajet au travers de la gaine, de substances fournies par les cellules épithéliales et les cellules nutritives, accumulant ainsi, dans son intérieur, les matériaux destinés à la production des cellules blastodermiques. Celles-ci donneront lieu à des organes larvaires devant disparaître à leur tour pour nourrir par phagocytose les organes de l'Insecte parfait et, entre autres, les organes génitaux. *Tout le cycle évolutif de l'Insecte,* dit l'auteur, *est donc basé sur le principe de la phagocytose pouvant revêtir des formes diverses.*

Dans un chapitre intitulé : *Considérations phylogénétiques,* il montre, par une comparaison de ce qui a lieu dans l'ovaire des Insectes des divers types, que l'évolution progressive de l'organe femelle de ces animaux marche de pair avec la complication organique ainsi qu'avec le développement phylogénique.

MOLLUSQUES.

L'auteur a surtout étudié les Anodontes et la *Cyclas cornea.* On sait que, chez les Anodontes, les œufs, puis les embryons en voie de développement, connus sous le nom de *Glochidium*, séjournent dans les feuillets externes des branchies maternelles. Pendant toute la durée de la présence de l'embryon dans la branchie, celui-ci étant dépourvu d'organes locomoteurs, digestifs et respiratoires, ne peut se nourrir de matériaux solides; aussi l'auteur a-t-il vu que, depuis les premiers stades jusqu'au moment où il va être expulsé, le *Glochidium* vit surtout aux dépens des phagocytes provenant du corps de la mère.

D'après des travaux récents, la sortie des phagocytes se fait d'une façon continue à la surface de l'épithélium branchial des Mollusques lamellibranches. Ce phénomène s'exagère encore lorsque le feuillet branchial contient des œufs. Les phagocytes affluent dans les loges qui les renferment, puis, traversant la membrane ovulaire, pénètrent dans les œufs. Si l'ovule n'a pas été fécondé, il subit des phénomènes de dégénérescence, et les phagocytes le dévorent entièrement, comme un corps étranger dont l'organisme doit être débarrassé; si, la fécondation ayant eu lieu et l'embryon ayant commencé à se développer, une cause ou l'autre s'oppose à une évolution complète, l'organisme maternel lutte encore une fois avec avantage; un grand nombre d'amibocytes arrivent et, se rangeant à la file, forment autour de l'embryon avorté une membrane cystique lui fermant toute communication avec le milieu ambiant et le condamnant à une dégénérescence sur place.

Dans le cas, enfin, le plus intéressant de tous, où l'embryon en voie de formation est sain et vigoureux, ce sont les amibocytes et les phagocytes ayant traversé la membrane ovulaire et, par conséquent, pénétré dans l'œuf, qui, loin de parvenir à le détruire, servent au contraire à sa nutrition. Ils dégénèrent, leur membrane se dissocie, leur contenu se désagrège; les sphères de segmentation de l'œuf présentent des mouvements amiboïdes énergiques et englobent ces détritus.

Malgré les observations résumées ci-dessus, l'auteur admet cependant très sagement que ce qui précède ne représente pas le mode exclusif de nutrition des embryons d'Anodontes. Il pense qu'un grand nombre des amibocytes, attirés dans les chambres incubatrices par la présence des embryons, y meurent simplement comme périssent ceux qui arrivent à la surface extérieure de la branchie. Ils se dissocient alors et forment ainsi un amas nutritif passant dans l'embryon par diffusion. C'est donc toujours aux dépens de la phagocytose ayant lieu dans le corps de la mère que l'embryon se développe pendant tout le temps qu'il passe dans la branchie.

On voit par cette analyse, qu'il m'eût été difficile d'écourter davantage tant le travail contient de faits intéressants, que le mémoire répond largement à la question posée.

L'auteur s'y montre parfaitement maître de son sujet; il est bien au courant de la bibliographie et semble familier avec les procédés de la technique histologique; enfin, les planches sont bien exécutées.

En raison peut-être de la tournure spéciale de mes recherches personnelles, je regrette de voir la microchimie tenir si peu de place dans les recherches qui nous sont soumises. Les produits de destruction histolytique doivent cependant présenter à cet égard des caractères spéciaux.

Je crois aussi que l'auteur se trompe lorsqu'il dit, à propos des Insectes, que les produits de la destruction histolytique servent *tous* de matériaux nutritifs aux organes imaginaux : il oublie les phénomènes de désassimilation, qui sont évidemment très intenses pendant la phase nymphale des Insectes à métamorphose complète, comme le prouve la masse de liquide urinaire expulsé par les Lépidoptères, par exemple, au moment de l'éclosion de l'animal parfait.

Malgré ces quelques critiques, j'estime que le mémoire mérite le prix et est très digne d'être publié, ainsi que les planches qui l'accompagnent, dans le recueil des *Mémoires* in-4°. »

Rapport de M. Ch. Van Bambeke, deuxième commissaire.

« Le rapport de M. Plateau, premier commissaire, permet d'apprécier en connaissance de cause le mémoire en réponse à la question : *On demande des recherches nouvelles au sujet de l'intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés*. Il donne de ce mémoire une analyse complète, et fait bien ressortir les données nouvelles fournies par l'auteur touchant les points controversés.

Notre besogne comme second rapporteur se trouve ainsi singulièrement facilitée. Je ne puis qu'approuver les éloges et aussi les quelques critiques que fait mon savant confrère du travail portant pour épigraphe : *Ab ovo usque ad mala;* comme lui, j'estime que ce travail mérite le prix et est très digne d'être publié, avec les planches qui l'accompagnent, dans le recueil des *Mémoires* in-4°. »

Rapport de M. Errera, troisième commissaire.

« Le travail sur la phagocytose qui est soumis au jugement de la Classe me paraît mériter à tous égards les éloges que les deux premiers commissaires lui ont décernés. Il est superflu d'en refaire l'analyse après le remarquable rapport de M. Plateau. Je désire seulement relever deux assertions de l'auteur qui gagneraient, suivant moi, à être formulées d'une manière moins absolue. Quand il nous dit que : *Tout le cycle évolutif de l'Insecte est basé sur le principe de la phagocytose, qui peut revêtir des formes diverses,* ne doit-on pas lui objecter que ses propres observations nous révèlent dans les tissus mêmes la « cause initiale » des modifications et de la destruction des éléments larvaires, les diverses formes de phagocytose intervenant seulement après coup et d'une manière en quelque sorte secondaire ?

Une autre conclusion n'a pas davantage la portée tout à fait générale que le mémoire semble lui attribuer. « Dans tout tissu bien vivant et fonctionnant, nous dit-on, il y a physiologiquement destruction et régénération simultanées de cellules. » Je ne sais si cette notion s'applique à tous les tissus animaux, mais, à coup sûr, pour la presque totalité du règne végétal, elle ne répond pas à la réalité.

Notons aussi que l'auteur désigne sous le nom de phagocytose à la fois l'absorption des résidus par les phagocytes et la destruction des phagocytes eux-mêmes par les cellules embryonnaires. A la rigueur, cette terminologie peut se justifier; toutefois, il est à craindre qu'elle n'amène quelque confusion, en réunissant trop étroitement deux phénomènes distincts et, dans une certaine mesure, inverses l'un de l'autre.

Mais il s'agit là de nuances d'appréciation, et non de critiques. Aussi est-ce avec grand plaisir que je me joins à mes deux savants confrères pour proposer à la Classe d'accorder le prix au mémoire qui nous occupe; j'en propose aussi la publication, avec les belles planches qui l'accompagnent, dans le recueil des *Mémoires* in-4° de l'Académie. »

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, décerne sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs*, à l'auteur de ce travail, M. le D^r C. De Bruyne, chef des travaux histologiques et embryologiques à l'Université de Gand.

DEUXIÈME QUESTION.

On demande la description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge. On ajoutera l'indication des gisements et celle des localités.

Rapport de M. G. Dewalque, premier commissaire.

« Un mémoire portant la devise : *Maxima in minimis* a été reçu en réponse à notre deuxième question : *Décrire les minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge.* C'est un travail d'une très haute valeur, œuvre d'un cristallographe de première force, qui a dû y consacrer un temps considérable.

L'auteur examine successivement une bonne trentaine d'espèces minérales. Ces descriptions ne se prêtent pas à un résumé et je me bornerai à signaler les points les plus remarquables.

L'*apatite* a pu être étudiée sur un cristal de Salm-Château.

La *pyromorphite* a fourni une forme cristalline nouvelle. $b\ {}^9/_2$.

La *monarite* a été l'objet de recherches intéressantes, qui permettent de la distinguer aisément du sphène.

La *hopéite*, minéral rarissime, du gîte zincifère de la Vieille-Montagne, à Moresnet, où on ne l'a plus retrouvé depuis soixante ans, n'avait pu être déterminée avec une exactitude suffisante au point de vue cristallographique. L'auteur a trouvé quelques cristaux à faces bien nettes qui lui ont fourni des données très exactes pour le calcul des dimensions de la forme primitive. Il en a aussi déterminé la biréfringence par le procédé élégant que M. Cesàro a fait connaître dans nos *Mémoires*.

La *Koninckite*, qui avait été considérée comme clinorhombique, a été reconnue être orthorhombique. L'auteur en a étudié les propriétés optiques et montré comment elle se distingue de la wavellite.

La *Vivianite* est traitée rapidement. L'auteur en a déterminé la forme primitive d'après des cristaux des Cornouailles, qui lui ont donné des résultats un peu différents de ceux auxquels G. vom Rath était arrivé.

La *Libéthénite* a été déterminée cristallographiquement à l'aide du microscope.

La *chalcolite* a été trouvée presque monoréfringente.

La *pseudomalachite* a présenté une variété alumineuse qui appelle de nouvelles recherches.

Pour la *wavellite*, des aiguilles terminées ont permis à l'auteur de déterminer les dimensions de la forme primitive et de modifier les paramètres généralement admis.

La *barytine*, dont on connaît la grande variété de formes, a présenté 21 formes simples, dont une nouvelle, $u = 7.17.16$; elles ont fourni une trentaine de types. Plus intéressante encore est l'étude des variétés bacillaires ou fibreuses : l'auteur a reconnu que l'allongement se fait suivant l'arête $e^1 e^1$, c'est-à-dire suivant le grand axe de l'ellipsoïde inverse d'élasticité optique. Les variétés crêtées ont fourni des résultats non moins curieux : l'élément lamellaire se compose de deux séries de très petits cristaux maclés suivant $h\ ^7/_5$. La variété zonaire de Chaudfontaine est également cristalline.

La *Langite* a été déterminée par l'étude microscopique.

La *calcite* est l'espèce minérale la plus riche en formes simples. L'auteur en a reconnu 118, savoir : la base et les deux prismes hexagonaux, 15 rhomboèdres directs, 50 scalénoèdres directs, 5 isoscéloèdres, 25 scalénoèdres inverses et 22 rhomboèdres inverses. L'auteur décrit leurs nombreuses combinaisons, puis étudie les variétés bacillaires et fibreuses, et enfin la variété fistulaire, rudiment de stalactite, qui se comporte optiquement comme un cristal.

L'*Aragonite* a présenté 22 formes simples, d'une étude fort difficile. Une d'elles est nouvelle.

La *cérusite* a montré 11 formes simples. Les variétés bacillaires sont allongées suivant l'axe vertical.

L'*hydrozincite* de Bleyberg a présenté une certaine quantité de chlorure de plomb.

L'*aurichalcite* a été étudiée à l'aide du microscope et l'auteur en a déterminé la biréfringence.

Il résulte de cette revue que le mémoire dont nous venons de rendre compte apporte de précieux documents à la minéralogie générale en ce qui concerne une bonne demi-douzaine d'espèces. Pour nos minéraux, il est d'une valeur exceptionnelle.

On aura remarqué l'emploi fréquent du microscope et l'importance des résultats que l'auteur en a tirés pour la Langite, l'aurichalcite, etc., ainsi que pour les variétés fibreuses. Ainsi s'explique, sans doute, l'épigraphe *Maxima in minimis*.

Arrivons maintenant à la critique. L'auteur a été visiblement absorbé par le travail cristallographique. Les variétés non cristallines ont été sacrifiées; les descriptions sont fort succinctes et la partie chimique pourrait être augmentée. Il nous dit, au début de son introduction, « qu'il a cru bien faire en insistant peu sur les minéraux non cristallisés, ainsi que sur les points qui ne se prêtaient qu'à une œuvre de compilation ». Ses goûts l'ont peut-être entraîné trop loin et nous l'engageons à revoir cette partie pour la publication.

Car, malgré ce reproche, son travail est une œuvre de très grande valeur, et, sans la moindre hésitation, nous avons l'honneur de proposer à la Classe de lui décerner la médaille d'or; j'en propose aussi l'impression dans les *Mémoires* in-4°, avec les figures, qui pourront être introduites dans le texte. »

Rapport de M. de la Vallée Poussin, second commissaire.

« Je n'ai reçu que le 27 novembre le grand mémoire manuscrit portant la devise: *Maxima in minimis*, consacré à la description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés rencontrés en Belgique. Je n'ai pas eu le loisir, dans un intervalle si court, d'étudier dans tous leurs détails les descriptions que nous donne l'auteur d'un très grand nombre de formes cristallines extraites des gisements du pays. Mais un examen complet de toutes les parties du mémoire ne me paraît pas nécessaire pour en apprécier la très grande valeur. C'est une série de descriptions plus ou moins indépendantes les unes des autres, mais qui font appel au même genre de connaissances et d'aptitudes. Il suffit de lire la description détaillée de quelques espèces pour apprécier ce qu'est l'auteur comme homme d'observation, de calcul et de précision. Or, la lecture du manuscrit fait bientôt reconnaître un cristallographe d'une habileté rare et en possession de toutes les ressources de sa science. Comme l'a remarqué le premier commissaire, ces mérites ressortent particulièrement dans la description des spécimens de certaines espèces qui se présentent en cristaux ou en aiguilles submicroscopiques, en associations globuleuses ou fibreuses, en enduits très minces, et qui semblent au premier abord rebelles à toute mesure géométrique un peu précise. C'est le cas, par exemple, de la Koninckite, de la Libéthénite, de la Destinézite, de l'Aurichalcite, de l'Anglésite de Rocheux.

L'auteur, en combinant l'examen des propriétés optiques avec celui de quelques faces perceptibles, parvient, malgré les difficultés, à fixer le système cristallin et les indices des faces réalisées. Il est curieux de le voir, en partant des cristaux aciculaires et minuscules de la wavellite d'Arbrefontaine, rectifier les rapports paramétriques affectés par Senft à cette espèce, rapports qui ont passé dans la littérature minéralogique. L'auteur n'est pas moins remarquable par son analyse de certains assemblages de cristaux, tels que ceux de la Langite, et plus encore de ceux de la Barytine crêtée de La Rochette, dont l'éclaircissement est une contribution des plus intéressantes à la connaissance des groupements cristallins.

Signalons aussi la partie du mémoire qui traite des cristaux d'Aragonite du pays, chez lesquels l'auteur a déterminé vingt-deux formes différentes. Dans quelques cas, comme par exemple à propos des cristaux aciculaires de Lomprez, dont les faces sont revêtues de produits de seconde formation et dont la structure se complique de l'intervention de macles multipliées, il a su triompher de grandes difficultés. Les discussions concernant l'indice vrai de faces cristallines dont les relations avec les faces adjacentes prêtent à des doutes, comme celles du scalénoèdre de $d\ ^{7}/_{4}$ de la calcite de Chokier et de Visé, sont également très dignes d'attention.

La recherche des valeurs angulaires qui servent de base à tous ces résultats suppose un travail très considérable. Les tableaux qui les renseignent expriment, à peu d'exceptions près, pour toutes les faces enregistrées, la valeur calculée et la valeur obtenue au goniomètre, cette dernière résultant parfois de trois ou quatre mesures successives dont les écarts sont indiqués.

L'auteur n'a insisté sur les caractères chimiques qu'à propos d'un petit nombre d'espèces, telles que l'Hydrozincite, la Destinézite, la Pseudomalachite, pour lesquelles cet ordre de considérations était en effet le plus indiqué. Peut-être ferait-il bien de s'étendre un peu davantage sur les propriétés chimiques lors de l'impression de son mémoire, impression que la Classe décidera très probablement.

Ma conclusion est la même que celle de mon savant confrère; je prie la Classe d'accorder la médaille d'or à l'auteur du beau et grand mémoire portant la devise : *Maxima in minimis;* j'en propose aussi l'impression dans les *Mémoires* in-4°, en y comprenant toutes les figures de cristaux qui l'accompagnent. »

M. Renard, troisième commissaire, se rallie aux conclusions des deux premiers rapporteurs.

La Classe adopte ces conclusions et décerne sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs*, à l'auteur de ce travail, M. G. Cesàro, correspondant de l'Académie, à Trooz (Liége).

—

TROISIÈME QUESTION.

On demande de nouvelles recherches sur le système nerveux périphérique de l'Amphioxus et, en particulier, sur la constitution et la genèse des racines sensibles.

Rapport de M. Ch. Van Bambeke, premier commissaire.

« En réponse à la question : *On demande de nouvelles recherches sur le système nerveux périphérique de l'Amphioxus et, en particulier, sur la constitution et la genèse des racines sensibles,* la Classe a reçu un mémoire portant pour épigraphe : *Afin de connaître l'organisation exacte des Vertébrés supérieurs, il faut commencer par étudier le Vertébré le plus inférieur.*

Le travail est divisé en trois parties, chacune comprenant un certain nombre de subdivisions; on s'en assure seulement en parcourant le manuscrit, car l'auteur a négligé de donner une introduction initiant le lecteur au plan qui a été adopté. C'est une lacune regrettable, mais d'ailleurs facile à combler.

Nous trouvons d'abord un chapitre intitulé : *Genèse des racines dorsales et des racines ventrales.* Il y est dit : « Malgré le grand nombre de recherches sur l'embryologie de l'Amphioxus, la question de l'origine des racines nerveuses n'a été entamée par aucun embryologiste. »

Après avoir insisté sur la difficulté de la question, l'auteur nous apprend qu'il lui a été possible de vaincre ces difficultés et de trouver les différentes phases de la genèse du système nerveux périphérique.

Afin de mieux faire ressortir les différences qui existent, à ce point de vue, entre l'Amphioxus et les autres Vertébrés, il a étudié comparativement le développement des nerfs de l'Amphioxus et des Sélaciens, tout en tenant compte des résultats auxquels sont arrivés ses devanciers.

Après une revue historique de la bibliographie concernant la genèse des ganglions spinaux et des racines dorsales, vient l'exposé succinct des résultats obtenus chez des embryons de Sélaciens appartenant à trois genres : *Pristiurus, Scyllium* et *Torpedo.* Contentons-nous de dire que ces résultats concordent surtout — sauf certaines différences sur lesquelles nous ne pouvons insister ici — avec ceux décrits par von Lenhossec chez l'embryon humain et par Kupffer chez *Petromyzon.*

Une des phases, celle de l'ébauche impaire, correspondant au stade de la plaque cérébro-dorsale, « dorsale Hirnplatte » de Kupffer, est signalée comme présentant un grand intérêt au point de vue du névraxe de l'Amphioxus.

Le premier chapitre se termine par l'étude de l'*origine des racinesspina les dorsales et ventrales* chez les Sélaciens susdits.

Le suivant comprend une description minutieuse du *mode de genèse et des caractères des racines nerveuses dorsales et ventrales chez l'Amphioxus*. Dès leur apparition, les premières sont représentées par une double ébauche, mais les observations de l'auteur le conduisent à admettre que celle-ci ne correspond pas à celle des Sélaciens et des autres Vertébrés. D'après lui, cette double origine des nerfs dorsaux explique leur situation par rapport à la moelle épinière, leur nature mixte, sensible et motrice.

A la description de l'origine et des caractères des racines ventrales fait suite la liste bibliographique des nombreux travaux consacrés au mode de genèse du système nerveux périphérique.

Dans la deuxième partie du mémoire, l'étude des racines ventrales et des racines dorsales est reprise, mais cette fois principalement d'après les préparations par les méthodes de Golgi et d'Ehrlich, lesquelles ont donné des résultats absolument concordants.

En ce qui concerne les *racines ventrales et motrices*, l'auteur, sans s'arrêter à refaire l'historique des faits acquis, passe à l'exposé de ses observations, pour autant qu'elles contredisent ou qu'elles complètent celles de ses prédécesseurs.

Nous rencontrons ici de nombreux et intéressants détails sur l'origine apparente des racines ventrales, l'emplacement de cette origine par rapport à celle des racines dorsales, le mode de pénétration et la distribution des racines ventrales dans le myotome, la non-division d'une même racine en deux parties, l'une ventrale et l'autre dorsale (contrairement à la manière de voir de Retzius), l'existence de fibres nerveuses transversales ascendantes ou descendantes, l'écartement, le volume, la non-striation transversale ni longitudinale et la forme des fibres ventrales.

Fusari et Retzius n'ont pu déterminer le mode de terminaison de ces fibres. Or, dans ses préparations au Golgi et dans celles durables au bleu de méthylène, l'auteur a observé de la manière la plus manifeste, comme cela ressort de l'examen des photogrammes annexés au mémoire, que les fibres nerveuses motrices intramusculaires, arrivées près de la périphérie du myotome, s'élargissent et se terminent par une tache motrice, aplatie et conique, en forme de spatule. Il s'attache à faire ressortir les avantages de cette disposition. Chaque myotome ne recevant d'autres fibres nerveuses que celles de la racine ventrale correspondante, il en conclut que le myotome est non seulement une *unité anatomique,* mais aussi une *unité physiologique.* Il constate aussi, contrairement à l'affirmation de Rohon, que les racines dorsales ne donnent pas de fibres à la charpente conjonctive sur laquelle le myotome s'insère et agit directement; par conséquent, il n'existe pas, dans le muscle ou dans les tendons, de fibres spéciales pour le *sens musculaire.*

Viennent ensuite des indications au sujet du caractère amédullaire des fibres nerveuses de la racine ventrale, des noyaux accolés à la surface de ces fibres, de leur charpente conjonctive ainsi que des fibres musculaires qui l'accompagnent.

Dans le chapitre consacré à l'étude des *racines dorsales,* certains détails de la description topographique donnée par Hatschek sont rectifiés. Touchant les ramifications cutanées du nerf dorsal, signalons entre autres particularités que, ni dans les préparations par la méthode de Golgi, ni dans celles par la méthode d'Ehrlich (les dernières étant examinées à frais ou après fixation), l'auteur n'a pu se convaincre de l'existence de cellules épithéliales spéciales, se trouvant particulièrement en continuité avec les fibres nerveuses terminales. Ceci l'amène à insister sur les caractères des cellules épidermiques chez l'Amphioxus.

Les préparations par la méthode de Golgi et surtout celles au bleu de méthylène lui ont permis de se faire une idée presque complète de l'*innervation de la bouche et du velum* ainsi que de *celle de la cavité buccale*. Ses recherches confirment, en grande partie, la description très exacte déjà donnée par Van Wijhe; mais ici encore des résultats nouveaux viennent s'ajouter à ceux déjà connus.

Il en est de même dans les quelques pages consacrées à l'étude des *nerfs viscéraux*. Celle du riche réseau auquel ces nerfs donnent naissance mérite surtout de fixer l'attention. Elle donne lieu à d'intéressantes considérations morphologiques et physiologiques. Toutefois, ce qui est dit de l'action de contact ou à distance pourrait prêter à discussion.

Il est ensuite question du trajet et de la distribution du *nerf viscéral ascendant* auquel chaque nerf viscéral thoracique donne naissance. A noter ce qui a trait au prétendu nerf branchio-intestinal ou vague de Van Wijhe. L'auteur nie l'existence de ce nerf et ajoute : « Existerait-il même, il serait formé indistinctement par des branches différentes de tous les nerfs viscéraux ascendants, tout le long du ligament dentelé. »

Le chapitre terminant la deuxième partie est consacré à des recherches sur la *structure des nerfs dorsaux*. Les fibres nerveuses, les noyaux cellulaires et la charpente entrant dans la constitution de ces nerfs sont successivement décrits. Il n'a pas été possible de constater la présence de ganglions spinaux sur le trajet des racines dorsales.

L'étude du *système nerveux central* ou *névraxe* fait l'objet de la troisième partie du mémoire. Cette étude est basée d'abord sur des préparations par les méthodes habituelles de fixation et de coloration. Nous partageons l'opinion de l'auteur lorsqu'il dit que les données d'observation recueillies par les préparations au Golgi et à l'Ehrlich acquièrent seulement de la certitude lorsqu'elles sont concordantes ou au moins pas discordantes avec celles obtenues par les méthodes de coloration et de fixation habituelles.

Les cellules nerveuses du névraxe sont classées en trois catégories principales :

1. *Cellules nerveuses ganglionnaires*. — Elles sont examinées, au point de vue de leur siège et de leur distribution, chez des larves de différents âges, et enfin chez l'animal adulte.

Retzius et von Kölliker ont démontré — et le dernier insiste sur l'importance du fait — que, chez l'Amphioxus, l'ébauche ganglionnaire ne se sépare pas de la moelle épinière. v. Kölliker ajoute : « S'il était démontré que cette ébauche correspond à la région dorsale de la moelle, son homologie avec les ganglions ou les bandelettes nerveuses des Vertébrés supérieurs serait rendue plus évidente encore, et on pourrait conclure avec probabilité à l'origine médullaire plutôt qu'ectodermique de ces bandelettes (1). » Non seulement les recherches dont il est rendu compte dans le mémoire répondent à ce desideratum, mais elles prouvent en outre que, chez l'Amphioxus, le développement de l'ébauche ganglionnaire s'arrête au stade de l'ébauche paire, et cela à l'endroit où apparaît, chez les Sélaciens, la première ébauche ganglionnaire paire. En trois points seulement, la fusion s'opère pour engendrer, au-dessus du canal central, l'ébauche impaire.

A signaler aussi, dans la description histologique très soignée des cellules ganglionnaires, la découverte de la sphère attractive d'Éd. Van Beneden, avec toutes ses parties constituantes.

2. *Cellules pigmentaires.* — L'étude du mode de genèse de ces cellules conduit l'auteur à admettre, avec Retzius, leur double origine. Elles se forment en partie aux dépens des cellules ganglionnaires, en partie aux dépens des cellules neurogliennes.

3. *Cellules nerveuses à structure fibrillaire ou cellules nerveuses proprement dites.* — Après avoir justifié l'emploi de ces dénominations, l'auteur nous fait connaître les résultats de ses observations sur les caractères et la fine structure des cellules colossales des auteurs, des cellules de moyenne grandeur, des petites cellules nerveuses et des cellules nerveuses claires et hyalines. Il donne les motifs qui le portent à considérer les deux premières formes, c'est-à-dire les cellules colossales et celles de moyenne grandeur, comme motrices et comme corres-

---

(1) von Kölliker. *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* Bd. II, 1. Hälfte, 1893, p. 158.

pondant aux grandes cellules des cornes antérieures de la moelle épinière des Vertébrés.

Grâce à la fixation par les liqueurs de Flemming et d'Hermann, suivie de la coloration par la safranine, il est parvenu à donner de la névroglie une description plus précise que celle connue jusqu'alors.

Plus bas viennent d'intéressants détails sur le mode de terminaison des fibres radiculaires dorsales et ventrales dans le névraxe. Ceux concernant ces dernières rectifient et complètent les données fournies notamment par Retzius et Rohde.

Un chapitre spécial est consacré à l'exposé des résultats obtenus, à l'aide de la méthode de Golgi, dans l'étude du névraxe. (Par celle au bleu de méthylène, le système nerveux périphérique a seul pu être coloré.) Ces résultats viennent confirmer, en ce qui touche le trajet des fibres radiculaires dorsales dans le névraxe, ceux auxquels conduisent les méthodes de fixation habituelles. D'autre part, les préparations imprégnées par le chromate d'argent constituent le pendant de celles au bleu de méthylène de Retzius.

Se basant sur les images obtenues par la méthode de Golgi, l'auteur admet, comme preuve indiscutable d'observation, la division des fibres radiculaires dorsales au moment de leur entrée dans le névraxe. Il décrit le trajet de ces branches de division et les rapports qu'elles contractent avec les cellules nerveuses.

De quelle manière les fibres radiculaires motrices établissent-elles leurs connexions anatomiques et fonctionnelles avec le névraxe et avec la substance grise de ce dernier? C'est une question difficile à résoudre, d'abord parce que les fibres motrices intra-centrales ne s'imprègnent pas aussi fréquemment que les extra-centrales; ensuite et surtout parce que les fibres radiculaires ventrales ne se continuent pas comme telles, ni sous forme de branches analogues à l'intérieur du névraxe. Pas plus que la méthode d'Ehrlich entre les mains de Retzius, la méthode de Golgi entre les mains de l'auteur n'a permis de trancher la question de façon absolument satisfaisante. On distingue, dans certaines préparations, au niveau de la pénétration des fibres ventrales, une éminence granulée, comparable à celle décrite et figurée par Retzius; mais il faut la considérer comme une production artificielle.

Sans qu'il puisse le démontrer de façon péremptoire, il paraît hors de doute à l'auteur que chaque grosse fibre radiculaire motrice se continue par une mince fibre du névraxe.

Il s'occupe ensuite de l'origine dernière des fibres motrices intra-centrales; malheureusement, la méthode de Golgi ne donne pas une imprégnation assez complète pour permettre de résoudre sûrement le problème. Retzius ne paraît pas avoir réussi davantage à colorer la substance blanche en se servant du bleu de méthylène.

Par contre, chez un lot d'Amphioxus jeunes, de 15 millimètres environ, recueillis l'an dernier dans le golfe de Naples, l'auteur a obtenu une imprégnation nette des éléments nerveux en question. Il estime qu'en variant la durée d'imprégnation, chez des individus jeunes, on doit certainement parvenir à compléter les données qui résultent de ses préparations. A cette remarque fait suite une description détaillée des images fournies par les préparations susdites : cellules nerveuses motrices, leur siège dans le névraxe, les caractères et la direction de leurs prolongements; leurs rapports avec les fibres radiculaires motrices; forme et situation des cellules dorsales.

S'appuyant sur ces recherches, il distingue, dans le névraxe, trois systèmes de fibres longitudinales dont il décrit les caractères.

L'imprégnation du névraxe antérieur ne lui a rien révélé dans la disposition des fibres ou des cellules nerveuses qui permette d'attribuer une fonction visuelle à la tache pigmentaire située dans la paroi antérieure du ventricule; par contre, le prolongement nerveux se rendant à la fossette olfactive a réagi à la manière de la substance nerveuse.

A la fin du mémoire, l'auteur nous fait connaître son opinion sur la signification de l'extrémité antérieure du névraxe chez l'Amphioxus : cette extrémité peut être considérée comme représentant le cerveau anatomique à son premier stade de développement, mais le cerveau physiologique se trouve éparpillé peut-être dans tout le névraxe, surtout dans le segment correspondant à la région buccale et branchiale.

Treize planches accompagnent le mémoire. Elles renferment un grand nombre de figures très soignées et plusieurs photogrammes, la plupart suffisamment démonstratifs.

Après les importants travaux parus sur la matière, la question posée par la Classe n'était pas précisément de nature à tenter les efforts d'un biologiste. Il pouvait se demander, en effet, ce qui restait à glaner sur le terrain où les Stieda, les Owsjannikow, les Rohon, les Rohde, les Retzius, les von Kölliker, les Van Wijhe avaient fait de si amples et si riches moissons. Pourtant, notre auteur s'est mis bravement à l'œuvre, et, comme le prouve l'analyse que nous venons de donner de son mémoire, sa tentative a été couronnée de succès. Il n'a pas dû se contenter de glaner; à son tour, il est parvenu à obtenir une récolte qui, venant s'ajouter à celle de ses devanciers, présente une réelle valeur. C'est dire que je propose à la Classe d'accorder le prix à l'auteur du travail. »

MM. Plateau et Éd. Van Beneden déclarant se rallier à ces conclusions, celles-ci sont adoptées par la Classe.

La Classe décerne, en conséquence, sa *médaille d'or*, d'une valeur de *six cents francs*, aux auteurs du travail, MM. J.-F. Heymans et O. Van der Stricht, de l'Université de Gand.

QUATRIÈME QUESTION.

On demande de nouvelles recherches sur le mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux.

Rapport de M. Errera, premier commissaire.

« Un seul mémoire, portant pour devise : *Facies non omnibus una,* a été envoyé à l'Académie en réponse à la question de botanique :

On demande de nouvelles recherches sur le mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux.

I

La chute des feuilles et des rameaux, le bouturage, la greffe, les blessures des arbres ont déjà fait l'objet d'études nombreuses qui nous ont appris, dans bien des cas, comment les plantes cicatrisent leurs plaies. En n'envisageant que les types extrêmes et en négligeant une foule d'exemples intermédiaires, on a pu dire que tantôt il y a simplement dessiccation, mort et brunissement des tissus lésés, tantôt recouvrement par une mince couche de liège sans croissance notable, tantôt enfin croissance énergique, prolifération cellulaire abondante, production d'un « bourrelet » ou « cal », suivie de la différenciation histologique de ce massif de cellules nouvelles.

Mais l'attention s'était portée jusqu'à présent d'une façon presque exclusive sur les Phanérogames et, ici, l'on s'était attaché avec prédilection à la formation du liège et à celle du bourrelet dans les plantes ligneuses; on n'avait guère non plus abordé les nombreux problèmes physiologiques que fait surgir l'étonnant phénomène de la cicatrisation.

Il y avait donc lieu surtout d'étendre les recherches aux trois autres grands embranchements du règne végétal, — les Ptéridophytes, les Bryophytes et les Thallophytes, — de s'occuper plutôt des végétaux herbacés que des ligneux, et de faire pénétrer un peu plus de physiologie dans ce domaine jusqu'ici trop exclusivement histologique.

C'est ce que l'auteur du mémoire nous paraît avoir senti avec beaucoup de raison.

II

Commençant par les Thallophytes, il montre que, chez eux, la nature et l'étendue de la réaction cicatricielle dépendent de la constitution du thalle : les Cœloblastes avec leur structure non cellulaire, les Algues filamenteuses, celles à thalle massif, enfin les Champignons et les Lichens forment donc l'objet d'autant de paragraphes distincts.

Chez les Cœloblastes (Myxomycètes, Siphonées, Mucorinées), l'occlusion de la plaie se fait par une couche d'hyaloplasme; l'auteur aurait pu ajouter que, dans les deux derniers groupes, il y a ensuite recouvrement par un nouveau morceau de membrane.

Les Algues filamenteuses qui ne se ramifient pas, ne présentent point de cicatrisation : les cellules atteintes meurent, et c'est tout. Chez celles, au contraire, qui sont capables de se ramifier, la mort d'une cellule est suivie de la production d'un rameau latéral par la cellule sous-jacente. Parfois, comme chez la Floridée *Griffithsia*, le rameau nouveau pousse dans la cavité de la cellule que le traumatisme a tuée : la réparation du dommage n'en est que plus complète, puisqu'un rameau nouveau s'est ainsi tout à fait substitué à l'ancien. A ce propos, l'auteur aurait pu rappeler les phénomènes analogues connus chez les Sphacélariées et les Saprolégniacées.

Dans les Algues dont le thalle est une lame formée de filaments juxtaposés, comme le *Phycopeltis*, les filaments cessent de s'allonger quand leur cellule terminale a été blessée; mais les filaments contigus s'accroissent, se ramifient avec énergie et envahissent la place inoccupée. L'auteur signale à cette occasion, chez le *Phycopeltis*, un fait curieux d'inhibition de croissance : dès que la pointe d'un filament a touché une autre cellule vivante de *Phycopeltis*, appartenant ou non au même individu, sa croissance s'arrête. Il voit dans ce fait le contraire d'une lutte pour l'existence : « une entente fraternelle entre les divers filaments. » Nous avouons ne pas saisir en quoi cette inhibition exclut l'idée de lutte : deux athlètes qui pressent l'un contre l'autre, sans qu'aucun recule et cède, ne luttent-ils pas ?

Parmi les Algues à thalle massif, le mémoire ne mentionne pas du tout les Algues vertes et s'occupe seulement des brunes et des rouges. Chez elles, les cellules profondes, mises à nu par le traumatisme, « se multiplient, et leurs cellules-filles prennent tous les caractères de cellules superficielles normales ». En outre, beaucoup d'espèces, mais non toutes, forment, au voisinage de la lésion, de nouveaux points végétatifs qu'on pourrait appeler *adventifs*. Les deux phénomènes de la cicatrisation et de la régénération, plus ou moins confondus chez les Algues inférieures, sont ici distincts : et il en est de même pour les trois embranchements plus élevés.

Ce qui frappe dans tout cet exposé de l'auteur, si substantiel malgré sa concision, ce sont les différences très grandes qu'il peut y avoir entre les modes de réaction traumatique, non seulement de groupes voisins, mais encore de genres voisins et d'espèces voisines : le *Delesseria Hypoglossum* réagit autrement que le *D. alata,* le *Fucus serratus* autrement que ses congénères, etc. Des divergences semblables se retrouvent parmi les Champignons et les Lichens, par l'étude desquels l'auteur termine le premier chapitre. La plupart du temps, une surface analogue à la surface primitive s'y reconstitue après la blessure ; mais chez quelques espèces, par exemple l'*Hypholoma fasciculare,* aucune cicatrisation ne se produit.

Une complication intéressante s'observe chez les Lichens hétéromères : si la blessure met à nu une couche profonde privée d'Algues, non seulement les hyphes atteintes constituent une assise corticale, mais encore cette nouvelle écorce se garnit d'Algues, provenant probablement des régions limitrophes. L'auteur n'a malheureusement pas étudié les détails de ce phénomène.

Chez certains Lichens, il a vu se produire des sorédies en abondance le long des blessures.

III

L'activité cicatricielle est remarquablement faible chez la plupart des Bryophytes et des Ptéridophytes. Les cellules blessées meurent, puis, d'ordinaire, la mortification gagne de proche en proche; ou bien cette gangrène est arrêtée, soit par un simple épaississement des cellules voisines de la blessure, soit par le bombement de leur paroi. Certaines Mousses produisent, en outre, à une distance plus ou moins grande de la plaie, des filaments de protonéma sur lesquels se développeront des tiges feuillées, adventives en quelque sorte.

De tous les Bryophytes et Ptéridophytes, les Marattiacées seules cicatrisent leurs blessures par un cloisonnement cellulaire qui se rapproche du liège des Phanérogames, sans toutefois qu'il y ait subérisation des membranes.

IV

La cicatrisation ayant déjà été relativement bien étudiée chez les Phanérogames, nous pouvons résumer d'une façon plus succincte cette partie du mémoire, bien qu'ici encore nous trouvions une foule d'observations nouvelles et d'aperçus originaux.

Les cellules sérieusement atteintes par le traumatisme succombent bientôt, puis commence, dans les cellules sous-jacentes, la série des réactions cicatricielles : agrandissement des cellules vers la surface lésée, comme vers un lieu de moindre résistance, effacement des méats intercellulaires, amincissement des parois épaissies, disparition graduelle de l'amidon et généralement aussi des plastides; enfin, segmentation cellulaire. Les cloisons nouvelles sont, dans chaque cellule, perpendiculaires à l'axe de sa croissance récente, parallèles par conséquent à la surface de lésion ; ce qui, pour le dire en passant, est tout à fait conforme à la règle formulée déjà par Hofmeister, il y a près de trente ans (1). Ces divisions cellulaires, qui servent à la cicatrisation, se font presque toujours suivant le mode direct, sans caryocinèse; du moins en est-il ainsi dans les trois plantes que l'auteur a étudiées à ce point de vue, et dans les cas décrits antérieurement par von Bretfeld.

La série des réactions que nous venons d'énumérer est parfois limitée à une seule couche de cellules ; parfois elle se répète, en s'affaiblissant, dans plusieurs couches successives. Cela dépend de la nature de la plante et peut varier aussi d'un tissu à l'autre.

Quel est l'agent qui provoque dans les cellules cette série de modifications? L'auteur suppose qu'une excitation particulière émane de la surface lésée (excitation à la division cellulaire ou excitation *méragogue*, comme il l'appelle), qu'elle se propage en ligne droite de cellule en cellule, mais en contournant les éléments morts (fibres et vaisseaux) qu'elle rencontre, et il se prononce pour un excitant de nature chimique : hypothèse ingénieuse et séduisante, en faveur de laquelle il a groupé un certain nombre de faits. Toutefois, avant d'accepter cette hypothèse et de renoncer aux explications plus simples, comme celle du lieu de moindre résistance, par exemple, il faudrait le contrôle d'expériences directes : pour être délicates, elles ne semblent pas irréalisables.

---

(1) HOFMEISTER, *Pflanzenzelle*, 1867, p. 129.

Il reste à voir l'influence des facteurs internes et externes sur l'apparition des cloisonnements cicatriciels et sur le sort final des cellules ainsi produites.

L'intensité de la réaction dépend pour une large part de l'espèce végétale considérée, du tissu atteint, du degré de vitalité des cellules, de leur âge, de leur contenu. L'auteur fait remarquer que les cellules profondes réagissent presque toujours plus vite et plus fort que les cellules périphériques : nous pensons que cela tient, au moins en partie, à leur extensibilité plus grande, qui est démontrée par l'étude des organes fendus et plongés dans l'eau.

La nature du traumatisme a peu d'importance : plaies, piqûres, brûlures, déchirures spontanées des tissus amènent les mêmes effets, pourvu que la plaie soit exposée à l'air. Au contraire, la réaction cicatricielle est très faible ou même nulle quand la plaie est complètement soustraite au contact de l'air extérieur : c'est le cas pour les lacunes internes et pour la percée des jeunes racines.

Une fois les cellules cicatricielles formées, c'est encore l'accès plus ou moins facile de l'air qui a une action prépondérante sur leur destinée finale : plus elles sont exposées à l'atmosphère, plus elles se subériseront. Mais l'exposition à l'air libre signifie surtout, au point de vue des cellules, une transpiration plus forte ; aussi l'auteur a-t-il sans doute raison de regarder la subérisation comme la réponse de la cellule à une transpiration exagérée. Cependant il mentionne quelques exemples où la production du liège se fait même dans un milieu saturé, et où elle doit donc dépendre d'autres causes, — si tant est, comme on le croit généralement et comme, pour notre part, nous ne l'admettons pas, que la saturation parfaite de l'atmosphère arrête toute transpiration.

Pendant que les cellules périphériques se subérisent et constituent un manteau protecteur, les cellules profondes, nées à la suite du traumatisme, se différencient. Il semble qu'elles deviennent soit des cellules de la moelle, soit des faisceaux libéro-ligneux, suivant que la pression qu'elles subissent est plus ou moins forte.

L'auteur rapporte encore un effet traumatique à distance, très remarquable, qu'il a constaté chez l'*Impatiens Sultani*. La section d'un entre-nœud vers sa partie supérieure ne provoque aucune réaction apparente au voisinage de la plaie ; mais, après peu de jours, l'entre-nœud tout entier se détache et la cicatrisation se fait au niveau du nœud inférieur. Il y a là une véritable *autotomie*, qui nous paraît comparable aux phénomènes si bien mis en lumière, dans le règne animal, par notre savant confrère M. Fredericq.

V

Après avoir donné de la sorte un aperçu du mémoire, il nous sera facile de formuler notre appréciation.

Déjà, chemin faisant, nous avons émis quelques légères observations. Si nous ajoutons que la bibliographie pourrait être plus complète (c'est ainsi que le travail bien connu de Stoll, sur la formation du bourrelet dans les boutures, n'est pas mentionné) et qu'on aimerait trouver à la fin du travail une table alphabétique des espèces citées, nous aurons épuisé la série de nos critiques et nous n'avons plus qu'à décerner des éloges.

L'auteur est maître de son sujet, il connaît la littérature botanique et il sait s'en servir sans se laisser écraser par elle. Ses recherches, présentées avec méthode et concision, embrassent toute la série végétale, et l'on est frappé à chaque page par la sûreté de son coup d'œil et son habileté peu commune à débrouiller les effets complexes. Les dessins joints au mémoire sont bornés aux contours indispensables : ils sont par là d'une grande clarté et d'une reproduction facile.

En résumé, nous avons devant nous une œuvre d'un vrai mérite; on peut prédire qu'elle occupera d'emblée un rang distingué parmi les travaux d'anatomie physiologique, et nous n'hésitons pas à proposer que le prix soit accordé à l'auteur. Nous proposons, en outre, la publication du texte et des figures. »

Rapport de M. Crépin, deuxième commissaire.

« Le mémoire portant pour devise : *Facies non omnibus una*, présenté à l'Académie en réponse à la question proposée par celle-ci : *On demande de nouvelles recherches sur le mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux,* nous paraît avoir répondu d'une façon remarquable à cette question.

Nous partageons entièrement l'opinion de M. Errera, premier commissaire, sur la valeur de ce mémoire et nous adoptons les conclusions de son rapport. »

M. Gilkinet, troisième commissaire, déclare se rallier aux conclusions des rapports de ses collègues, à la condition que les figures soient réduites au nombre strictement nécessaire pour l'intelligence du mémoire.

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décerné sa *médaille d'or*, d'une valeur de *six cents francs*, à l'auteur de ce travail, M. Jean Massart, assistant à l'Institut botanique de Bruxelles.

—

La Commission administrative de l'Académie statuera sur les demandes de publication des mémoires couronnés.

—

PRIX FONDÉ EN MÉMOIRE DE JEAN-SERVAIS STAS, ANCIEN MEMBRE DE LA CLASSE DES SCIENCES DE L'ACADÉMIE.

Déterminer, par des recherches nouvelles, le poids atomique d'un ou de plusieurs éléments pour lesquels cette constante physique est encore incertaine aujourd'hui.

Rapport de M. W. Spring, premier commissaire.

« Dans sa séance du 4 février 1895, la Classe des sciences a institué un prix à la mémoire de son illustre et regretté membre, J.-S. Stas. Le sujet proposé a été formulé comme il suit :

Déterminer, par des recherches nouvelles, le poids atomique d'un ou de plusieurs éléments pour lesquels cette constante physique est encore incertaine aujourd'hui.

On le voit, une grande latitude a été laissée aux concurrents dans le choix de leur travail : la seule restriction se trouve dans la condition de fournir une étude sur un élément dont le poids atomique est encore douteux.

Un seul auteur a répondu à l'appel de l'Académie. Son travail porte comme devise : *Celui qui observe ou expérimente à l'aventure n'est qu'un empirique, du travail duquel il n'y a rien à attendre*, et il a pour objet la *détermination du poids atomique du molybdène.*

La première question qui se pose est celle de savoir si le poids atomique du molybdène est encore incertain aujourd'hui ? Je n'hésite pas à répondre affirmativement. Pour motiver mon avis, il suffira d'invoquer l'autorité d'un spécialiste dans la matière, le professeur F.-W. Clarke, de Cincinnati, qui a fait des poids atomiques une étude aussi complète que possible. Dans son ouvrage *The constants of nature. A recalculation of the atomics weights*, ce savant montre le grand désaccord qui règne entre les nombres trouvés par les divers expérimentateurs, depuis Berzelius jusque Lothar Meyer. Entre le nombre le plus petit (81,5) et le nombre le plus grand (95,7), il y a une différence de 14,2, soit 14,8 %, si l'on prend le plus grand nombre comme base, et 17,4 %, si l'on rapporte le calcul au plus petit nombre.

Dans les rapports annuels que le professeur Clarke a faits au nom de la Commission américaine des poids atomiques (*), depuis la publication de son grand ouvrage, il est encore fait mention deux fois du molybdène. En 1893, Smith et Maas ont trouvé en moyenne Mo = 96,087 en convertissant le molybdate de sodium en chlorure dans une atmosphère d'acide chlorhydrique pur (**) et, en 1895, Seubert et Pollard (***) trouvèrent Mo = 95,722.

(*) *Journal of the American Chemical Society.*

(**) *Ibid.*, t. XV, p. 397 ; 1893.

(***) *Zeitschrift f. an. Chemie*, t. X, p. 189 ; 1895.

en moyenne, en dissolvant l'anhydride molybdique dans une solution normale de soude et en titrant, par deux méthodes destinées à se contrôler, l'excès d'alcali.

Si, à la vérité, ces derniers travaux serrent de plus près le vrai poids atomique du molybdène, on reconnaîtra cependant qu'ils ne concordent pas assez dans leur résultat final pour pouvoir être regardés comme se confirmant l'un l'autre. La différence absolue 96,087 — 95,722 = 0,365 ne répond pas au degré d'exactitude que l'on peut demander aujourd'hui dans des déterminations de l'espèce.

Ce point étant établi, je puis passer à la seconde question, celle de savoir si le travail que la Classe m'a chargé d'examiner peut être couronné.

Dans l'introduction à son mémoire, l'auteur n'a pas cru devoir donner un aperçu historique proprement dit des recherches auxquelles le poids atomique du molybdène a donné lieu. Il se borne, en somme, à se rapporter à l'ouvrage d'Ostwald *(Lehrbuch d. allg. Chemie)* pour appuyer son opinion au sujet de l'insuffisance des travaux actuels et à mentionner que Seubert et Pollart (voir plus haut) ont fait une excellente critique des méthodes suivies avant eux. Il y a là une lacune que le lecteur ressent aussitôt. Celui-ci désire, naturellement, être renseigné, au cours de sa lecture, sur l'état de la question sans avoir à se livrer lui-même à des recherches bibliographiques incommodes. Un historique succinct eût été d'ailleurs d'autant plus aisé à faire que tous les documents avaient déjà été recueillis et classés par Clarke, dont les écrits ont sans doute échappé à l'auteur, car il n'en fait pas mention.

L'auteur procède à la critique générale des méthodes employées à la détermination du poids atomique du molybdène; il établit que les méthodes basées sur l'oxydation du molybdène, ou sur la réduction de son anhydride, sont défectueuses parce qu'on n'a pas encore pu obtenir le métal *pur*, ou parce que la formation de MoO^3 ne se fait pas sans perte par volatilisation. Les méthodes basées sur la conversion d'une combinaison du molybdène en une autre sont également incertaines parce qu'on n'est pas en état d'arriver à des produits complètement purs.

Pour résoudre le problème d'une façon satisfaisante, l'auteur a cherché d'abord à préparer du molybdène *pur*. Il y est parvenu en réduisant le *bi-bromure* de molybdène par l'hydrogène, et non le chlorure, comme Wöhler l'avait fait le premier. Sa méthode constitue un progrès parce que le $MoBr^2$ peut s'obtenir, sans difficultés insurmontables, complètement exempt d'oxybromure, de tri- et de tétrabromure. Ensuite, il a oxydé par l'acide nitrique le molybdène pur et il a déduit le poids atomique du métal en prenant pour base la formule MoO^3 généralement admise.

En vue d'obtenir le bibromure de molybdène pur, l'auteur a dû préparer d'abord du brome pur et du molybdène ne contenant plus que des traces d'oxyde. Il a fait ensuite réagir ces deux corps dans une atmosphère d'azote en prenant soin d'éliminer, par volatilisation, les traces d'oxybromure formé et de détruire, par l'élévation de la température, le tribromure formé en même temps que le bibromure. Toutes ces opérations sont décrites avec soin. La manière dont elles ont été conduites est d'un chimiste qui sait que la patience et la persévérance sont aussi indispensables au succès que le savoir et l'intelligence. Je n'entrerai néanmoins dans aucun détail à leur égard parce qu'il n'est pas possible de résumer une relation de travaux de cette espèce, et je passerai immédiatement aux résultats définitifs.

Cinq oxydations du molybdène par l'acide nitrique ont été exécutées; elles ont conduit aux nombres suivants :

$$\begin{array}{ll} Mo = 95{,}851 & 95{,}854 \\ \quad 95{,}899 & 95{,}855 \\ \quad 95{,}899 & \end{array}$$

qui s'accordent entre eux d'une manière très satisfaisante et parlent, par conséquent, en faveur du soin avec lequel le travail a été conduit. J'exprimerai néanmoins le regret que l'auteur n'ait pas pu faire un nombre plus grand de déterminations. Il aurait alors été en état de calculer utilement l'*erreur probable* du résultat par application de la méthode des moindres carrés.

En ramenant les pesées au vide et en prenant pour l'oxygène la valeur 15,96, on arrive à Mo = 95,829, nombre qui se rapproche beaucoup de celui donné par Soubert et Pollart (voir plus haut), savoir : 95,722. Nos renseignements sur le poids atomique du molybdène calculé en prenant pour base la formule MoO_3 sont donc complétés; mais il ne résulte pas encore du travail qui nous est soumis qu'ils soient définitifs. S'ils peuvent satisfaire aux besoins des *applications* de la chimie, ils laissent néanmoins ouvertes plusieurs questions de principe. Cette remarque n'est pas un reproche que j'adresse à ce travail, car, dans les sciences expérimentales, le plus grand nombre de problèmes ne se résolvent que par *approximations successives*. Aussi n'hésiterais-je pas à le regarder comme méritant *le prix*, si nous ne nous trouvions aujourd'hui dans une situation particulière.

Le prix de l'Académie porte le nom d'une de nos illustrations. Les travaux de Stas ont fait l'admiration du monde des savants par leur précision et leur profondeur. Il entre sans doute dans les vues des membres de la Classe des sciences d'honorer la mémoire de leur regretté confrère en décernant, *à l'unanimité des suffrages,* les palmes à un travail qui eût eu l'approbation du Maître lui-même.

L'auteur du travail qui fait l'objet de ce rapport a prouvé que rien ne lui manque pour rendre son œuvre, si on lui en laisse le temps, vraiment digne du nom de Stas.

En conséquence, je propose de proroger la mise au concours de la question jusqu'au 1er août 1897, afin de permettre au concurrent de représenter son travail après l'avoir perfectionné dans le sens désiré sans doute par l'Académie. »

—

Rapport de M. Louis Henry, deuxième commissaire.

« Après le substantiel rapport de mon savant confrère, M. Spring, je puis être bref. Je me bornerai donc à quelques observations fondamentales.

Mais auparavant, je me permettrai une courte digression. L'auteur a pris pour épigraphe de son mémoire la phrase suivante tirée d'un des écrits de Stas :

Celui qui observe ou expérimente à l'aventure n'est qu'un empirique, du travail duquel il n'y a rien à attendre.

Je ne puis admettre tout entière cette proposition. Sans doute, celui qui entreprend des recherches *à l'aventure,* sans but déterminé, est un empirique; mais prétendre qu'il n'y a rien à attendre de son travail, c'est sortir de la vérité. L'histoire de la chimie avant Lavoisier en est la preuve : le travail des alchimistes a été fait bien souvent *à l'aventure* dans le sens complet du mot, en dehors de toute idée, sans autre but que la découverte insensée de la *pierre philosophale.* N'a-t-il pas été, dans bien des cas, fécond au point de vue des faits?

Quoi qu'il en soit, se mettant, au moment d'entreprendre ses recherches, à l'abri de cette proposition, l'auteur s'est créé une situation vraiment privilégiée. Il a admis, en effet, deux points :

1° que la place du molybdène dans le *système périodique* est bien déterminée;

2° que l'anhydride molybdique répond à la formule MoO_3.

C'est là évidemment simplifier et restreindre le problème à résoudre.

En fait, l'auteur s'est borné à déterminer le *nombre proportionnel* ou, comme on dit encore, l'*équivalent* du molybdène par rapport à l'oxygène. Dans ce but, il a déterminé la quantité d'oxyde molybdique que produit l'oxydation d'une quantité pesée de cet élément, par l'acide azotique. La méthode est nouvelle.

L'oxygène étant 7,98, le nombre proportionnel déduit de la moyenne des expériences de l'auteur est 15,986.

Il n'est pas inutile de faire remarquer en passant que le nombre proportionnel ou l'équivalent du molybdène par rapport au chlore (35,37, équivalent réel de O représenté par 7,98) est 19,2 (1).

Je ne voudrais pas négliger de constater ici que les déterminations numériques de l'auteur me paraissent avoir été faites dans des conditions excellentes d'exactitude. J'ajoute qu'avant d'y procéder, il s'est mis en possession d'échantillons de molybdène *pur*, plus pur certainement que ceux avec lesquels ont expérimenté ses devanciers; son molybdène est le résultat de la mise en pratique d'une méthode nouvelle, la réduction du bibromure pur par l'hydrogène.

---

(1) **Lothar Meyer**, *Grundzüge des theoretischen Chemie.*

A mon sens, l'auteur ne s'est pas souvenu suffisamment que l'Académie demandait la détermination par des recherches nouvelles de « *poids atomiques* ».

Or, ai-je besoin de dire que dans le langage de la chimie moderne, langage qui, heureusement, a tant gagné en précision, les poids atomiques sont tout autre chose que les *nombres proportionnels* ou les *équivalents* de la chimie d'autrefois? Les confondre dans la langue usuelle, comme ont l'habitude de le faire certains auteurs, est un tort et un abus préjudiciable à l'expression rigoureuse des faits.

Le *nombre proportionnel* est un chiffre que l'analyse fait connaître et dont l'exactitude est en rapport avec l'exactitude même des procédés analytiques dont il est le résultat. Quant au *poids atomique*, il représente le *nombre proportionnel* ou l'*équivalent* multiplié par un coefficient n. Or, pour connaître ou assigner une valeur concrète à ce coefficient n, il faut s'adresser à des données d'un tout autre genre que les données analytiques.

Ce sont là des points de doctrine que l'auteur me paraît avoir oubliés, et je le regrette parce que je le juge parfaitement capable de résoudre les questions qu'ils soulèvent.

Le *poids atomique* des éléments est particulièrement en relation avec la *chaleur spécifique* de ceux-ci et le *poids moléculaire* des composés qu'ils déterminent.

La chaleur spécifique du molybdène a été déterminée, il y a une cinquantaine d'années, par Regnault, et trouvée égale à 0,7218. L'échantillon dont s'est servi cet illustre physicien était impur et renfermait du carbone. Si l'on multiplie 0,7218 par le poids atomique attribué par l'auteur au molybdène, on obtient comme chaleur spécifique atomique 6,9. Ce chiffre s'éloigne notablement de la moyenne 6,4, chaleur spécifique atomique des éléments dont le poids atomique et la chaleur spécifique ont été déterminés avec le plus d'exactitude. L'auteur ayant eu à sa disposition du *molybdène pur*, du moins qu'il regarde comme tel, j'aurais voulu qu'il en profitât pour déterminer à nouveau la chaleur spécifique de son élément, donnée physique d'une si capitale importance.

Dans la chimie moderne, l'atome se définit : « *la plus petite quantité pondérable d'un élément, existant en combinaison*, par conséquent dans une molécule. »

De cette définition découle directement le mode de détermination des poids atomiques par rapport aux nombres proportionnels et en fonction de ceux-ci.

La détermination de cette quantité minimum nécessite évidemment la connaissance de divers composés renfermant l'élément dont le poids atomique est à trouver, combinaisons dont la *composition chimique* est connue exactement de même que le *poids moléculaire*. Or, je ne connais, pour le moment, en fait de composés molybdiques dont le poids moléculaire a été directement déterminé, par la méthode gazométrique, que le perchlorure seul $MoCl_5$ (1). C'est évidemment insuffisant. L'auteur, qui paraît très au courant des composés du molybdène, aurait bien trouvé, ce me semble, si son attention avait été attirée sur ce point, certains composés de cet élément dont il aurait pu, par les diverses méthodes connues aujourd'hui, déterminer directement les poids moléculaires.

---

(1) Voir AD. VAN DEN BERGHE, *Contribution à l'histoire du dihydroxychlorure de molybdène*. (BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXIX, 3e série, année 1895, pp. 281 et 981.)

Je me résume. Le mémoire présenté à l'Académie dénote un chimiste soigneux, habile et expérimenté, familier avec le maniement des composés molybdiques. C'est un travail, à mon sens, digne de toute estime.

Je ne puis cependant pas proposer à l'Académie de le couronner dès à présent et tel qu'il est, parce que je le trouve incomplet en divers points fondamentaux. Je propose donc, comme mon savant confrère, de remettre la question au concours pour l'année prochaine.

L'Académie doit, semble-t-il, tenir d'autant plus à voir compléter ce travail que la valeur du prix qui doit récompenser la question posée est relativement considérable et que le concours actuel porte le nom de notre illustre et regretté confrère Stas, dont les travaux, dans l'ordre expérimental, se font remarquer par leur caractère de perfection. »

M. De Heen, troisième commissaire, se rallie aux conclusions des rapports de MM. Spring et Henry.

La Classe décide la remise de la question au concours et fixe le délai fatal de celui-ci au 1^er^ août 1897.

PRIX ÉDOUARD MAILLY

fondé pour favoriser les progrès de l'astronomie en Belgique.

(Première période : 1892-1895.)

M. Édouard Mailly, en son vivant membre de la Classe des sciences de l'Académie, décédé à Saint-Josse-ten-Noode le 8 octobre 1891, avait inscrit la disposition suivante dans son testament :

« Je lègue à l'Académie royale de Belgique une somme de *dix mille francs* pour fonder un prix à décerner au Belge qui aura fait faire quelque progrès à l'astronomie ou qui aura contribué à répandre le goût et la connaissance de cette science dans le pays. »

Rapport de M. Folie, premier commissaire.

« Édouard Mailly, qui a consacré sa longue carrière à l'astronomie, et particulièrement à l'étude de son histoire et de ses progrès, a voulu développer chez ses compatriotes le goût de sa science de prédilection en fondant un prix de *1,000 francs* à décerner tous les quatre ans « au Belge qui aura fait faire quelque progrès à l'astronomie ou qui aura contribué à répandre le goût et la connaissance de cette science dans le pays ».

La Classe des sciences étant appelée, cette année, à décerner ce prix pour la première fois, il importe de bien spécifier quelles sont les conditions du concours, en respectant religieusement les intentions du fondateur.

Celles-ci paraissent bien formelles : il ne s'agit pas, pour l'Académie, d'appeler à concourir les Belges qui croient pouvoir prétendre au prix Éd. Mailly, mais de décerner celui-ci au Belge qui « aura fait faire quelque progrès à l'astronomie ou qui aura contribué à répandre le goût et la connaissance de cette science dans le pays », soit qu'elle attribue le prix à un seul, dont les travaux seraient supérieurs à ceux des autres, soit qu'elle juge à propos de partager le prix entre deux ou plusieurs auteurs de mérite égal.

Il en est du prix Éd. Mailly comme des prix quinquennaux ou des prix décernés par l'Académie des sciences de Paris ou par d'autres académies étrangères, quand il ne s'agit pas d'un concours sur une question déterminée.

Lorsque les Plateau, les Van Beneden, les Gloesener obtenaient chez nous des prix quinquennaux, lorsque naguère un prix de 50,000 francs était décerné à Paris à lord Ramsay, il est bien certain que ces savants illustres n'avaient pas annoncé, à l'avance, leur intention de concourir pour le prix.

Si la Classe jugeait que ses commissaires n'ont à examiner, pour décerner le prix Éd. Mailly, que les ouvrages qui lui auraient été envoyés en vue du concours, je récuserais pour l'avenir les fonctions de commissaire, ne voulant pas m'exposer à décerner le prix à des ouvrages médiocres, en écartant des ouvrages plus méritants parce que leurs auteurs ne les auraient pas présentés.

Le devoir de l'Académie me paraît être de rechercher, parmi les ouvrages publiés pendant la période, quels sont les plus dignes du prix.

Cette question de principe ne m'embarrasse, du reste, nullement dans le cas actuel.

En dehors des ouvrages présentés, il ne s'est publié en Belgique, en ce qui concerne l'astronomie, pendant la période 1892-1895, aucun travail sur la valeur duquel il m'appartienne de me prononcer.

Je puis donc, sans contrevenir à la règle que je me suis imposée, me borner à examiner la requête adressée à M. le Secrétaire perpétuel par le Comité de rédaction de *Ciel et Terre.*

Mais ici surgit une autre question.

L'Académie peut-elle décerner le prix Éd. Mailly à un comité de rédaction?

Je ne le pense pas.

Bien évidemment, si un travail astronomique méritant avait paru dans les *Mémoires* de l'une des sociétés scientifiques du pays, c'est à l'auteur du travail, et non à la société, que le prix serait décerné, conformément, du reste, à la volonté expresse du fondateur qui veut que le prix soit décerné, non pas à l'ouvrage belge, mais au Belge qui aura bien mérité de l'astronomie.

Et remarquez qu'Édouard Mailly connaissait et appréciait beaucoup *Ciel et Terre*, et que, s'il avait eu l'intention de l'appeler à concourir, il eût, très légèrement du reste, modifié son texte en conséquence.

Mais si, en principe, je ne crois pas pouvoir décerner le prix à *Ciel et Terre*, malgré le grand mérite de cette Revue, qui porte bien son nom et l'a même inspiré aux fondateurs de la revue allemande *Himmel und Erde*, j'ai à examiner cependant s'il ne pourrait pas être décerné soit à l'un, soit à plusieurs de ses rédacteurs astronomes.

Ceux qui ont écrit le plus grand nombre d'articles astronomiques dans cette Revue sont :

M. Niesten, qui, indépendamment de ses notices mensuelles sur les phénomènes célestes à signaler aux observateurs, a décrit l'aspect physique de la planète Mars, qu'il a suivie lui-même, comme on sait, pendant un grand nombre d'années, ainsi qu'une note sur les neiges polaires de cette planète; un article sur les plans planétaires et l'équateur solaire, sujet de ses études également depuis fort longtemps; sur la nature et la rotation des satellites de Jupiter, qu'il a observés très assidûment; sur la distance des étoiles à la Terre; enfin, sur les comètes périodiques dont le retour est attendu en 1896.

M. Prinz, qui a écrit un nombre très considérable d'articles sur la sélénographie : Les prétendus fleuves lunaires; A propos des rainures en forme de fleuves sur la Lune (deux articles); Y a-t-il eu des changements dans les cratères lunaires Messier et Linné? Agrandissement des photographies lunaires de Lick Observatory; Esquisses sélénologiques; Y a-t-il eu des changements dans le cratère Linné? Quelle est la dimension maxima des détails visibles sur les photographies lunaires? ainsi qu'une note très intéressante sur les grands instruments astronomiques et leur rendement photographique.

M. Stroobant, qui a écrit sur Saturne, sur l'application de la spectroscopie à l'étude de la constitution de ses anneaux; sur le diamètre de la Lune; sur le mouvement des satellites des planètes par rapport au Soleil; enfin, sur le Congrès astronomique d'Utrecht et les observatoires des Pays-Bas. Indépendamment de ces articles, M. Stroobant a publié également, dans le *Bulletin* de l'Académie, une note très intéressante sur le mouvement des satellites par rapport au Soleil, au sujet de laquelle M. Terby et moi nous avons fait un rapport favorable dans la séance du 7 juillet 1894.

Pour être complet, je mentionnerai enfin l'article : *La physique des globes*, de notre confrère M. C. Lagrange.

Tous ces articles sont surtout des articles de vulgarisation, mais qui ont grandement contribué à répandre le goût de l'astronomie parmi les nombreux lecteurs de *Ciel et Terre*. L'un des articles de M. Stroobant renferme une remarque très ingénieuse sur laquelle j'ai émis mon appréciation dans le rapport précité; je ne crois pas cependant devoir la considérer comme méritant le prix Éd. Mailly pour le progrès qu'elle a fait réaliser à la science astronomique.

Il s'agit donc, pour moi, de décider quels sont, parmi les auteurs dont je viens de parler, ceux qui ont le plus contribué à répandre le goût de l'astronomie.

En tenant compte, d'une part, des nombreux articles de M. Niesten sur des sujets très variés, qu'il a travaillés personnellement, et de ses revues astronomiques mensuelles; d'autre part, des articles très intéressants de M. Prinz et des remarquables agrandissements, universellement connus (1), qu'il a exécutés du cliché de Lick

---

(1) Les premiers agrandissements d'après un cliché original de Lick Observatory ont été faits par M. Prinz et présentés à l'Académie en avril 1892 Ils ont fait l'objet d'appréciations flatteuses (*The Observatory*, janvier 1893, Gaea, août 1893, etc.).

A l'époque où j'ai présenté à la Classe les beaux agrandissements publiés par M. Prinz, en juillet 1894, rien de semblable n'avait été fait.

Ces photographies ont servi à notre éminent associé M. Suess dans ses recherches de géologie comparée (*Sitzbericht der Wiener Akademie*, février 1895), ainsi qu'à différents sélénographes (MM. Krieger, Fauth, etc.).

Voir aussi : G. Towne, *Astronomie, astrophysique*, etc., 1896, t. I, pp. 441 et 443, 465 et 466.

Elger, *The Moon*, 1895, Introduction.

Holden, *Bulletin de la Société astronomique du Pacifique*, 1895.

Observatory, par un procédé qui constitue, à mon sens, un véritable progrès, et dont MM. Lœwy et Puiseux viennent de donner de si beaux exemples dans leur Atlas des agrandissements de leurs propres photographies de la Lune, j'ai l'honneur de proposer à la Classe de partager le prix Éd. Mailly entre MM. L. Niesten et W. Prinz. »

—

Rapport de M. C. Le Paige, deuxième commissaire.

« Je regrette de ne pouvoir me rallier aux conclusions de l'honorable premier commissaire. Les termes du règlement relatif au prix Éd. Mailly exigent que les travaux soient remis à l'Académie.

Sans doute, il ne pourrait résulter pour celle-ci, comme semble le craindre M. Folie, l'obligation de décerner le prix fondé par notre regretté confrère si le travail présenté dans les conditions réglementaires n'avait aucune valeur. La Classe, dans ce cas, pourrait évidemment décider qu'il n'y a pas lieu d'accorder le prix.

Mais nous n'avons pas, pour le moment, à examiner cette question, puisque l'honorable premier commissaire lui-même propose de donner le prix à des travaux insérés dans la Revue *Ciel et Terre*, dont les cinq derniers volumes ont été adressés à M. le Secrétaire perpétuel, dans le délai voulu, par le Comité de rédaction.

Un seul doute pourrait donc subsister : celui de savoir si, dans la pensée du fondateur, le prix pourrait être accordé à un comité directeur qui, à la rigueur, pourrait n'avoir collaboré en rien à la Revue qu'il dirige.

Outre qu'en réalité il est loin d'en être ainsi, j'estime que ce ne serait pas, même dans ce cas, outrepasser la volonté de notre regretté confrère que de décerner le prix au Comité de rédaction.

A celui-ci, en effet, incombe la responsabilité de la publication, le travail de condensation, de réunion de travaux de valeur. C'est à son initiative qu'est due l'entreprise et la continuation d'une Revue qui a bien, en réalité, répondu au vœu de Mailly et contribué dans une forte mesure à répandre le goût et la connaissance de l'astronomie dans le pays.

J'ai donc l'honneur de proposer à la Classe de décerner le prix Éd. Mailly au Comité de rédaction de la Revue *Ciel et Terre.* »

Rapport de M. Terby, troisième commissaire.

« Je crois, avec M. Le Paige, qu'une seule interprétation peut être donnée aux termes du règlement qui concerne le prix Mailly; ces termes sont formels : « Seront seuls admis les travaux *présentés* par des auteurs belges ou naturalisés. » Et il y a d'autant plus à s'étonner des doutes émis à ce sujet par le savant premier commissaire que celui-ci a contribué à élaborer ce règlement et doit avoir pesé les termes employés lors de sa rédaction.

Ce n'est pas que nous soyons de l'avis de M. Folie quand il laisse entendre qu'en dehors de *Ciel et Terre* et de certains travaux qu'il précise en disant qu'il ne lui appartient pas de se prononcer à leur sujet, il ne s'est rien publié de méritant pendant la période. Nous croyons qu'il oublie ici tout au moins l'*Annuaire* pour 1896 de la Société belge d'astronomie, bien fait pour propager le goût de l'astronomie en Belgique. Mais nous concédons volontiers qu'aucune publication belge, sans exception, ne peut entrer en parallèle, comme importance, comme intérêt et comme ancienneté, pour l'obtention du prix, avec *Ciel et Terre.*

D'ailleurs, encore une fois, le Comité de rédaction de *Ciel et Terre* est seul entré en lice; seul, il réalise la condition préalable à l'obtention du prix. Nous n'avons pas à examiner si une autre interprétation serait plus conforme aux intentions du donateur; nous devons considérer cette question préalable comme résolue par les auteurs du règlement, et nous conformer strictement à la lettre de celui-ci.

La principale question en litige entre MM. Folie et Le Paige se présente ensuite : L'Académie peut-elle décerner le prix à un comité de rédaction? Et pourquoi donc ne le pourrait-elle pas? Le règlement décerne le prix à l'auteur du meilleur travail *présenté*, effectué pendant la période. Je ne crois pas que l'on puisse soutenir que le *singulier* employé ici exclut la possibilité d'adjuger le prix à deux ou plusieurs collaborateurs d'un ouvrage important. Or, le Comité de rédaction de *Ciel et Terre* ne doit-il pas, aux yeux du jury, rester un ensemble indivisible de plusieurs collaborateurs qui réalisent précisément cette condition et qui présentent à son appréciation leur œuvre commune? Aucune comparaison n'est possible, contrairement à ce que croit le premier commissaire, entre cette association indivisible et la réunion des membres d'une académie ou d'une société scientifique, dans les publications de laquelle aurait paru un ouvrage digne de remporter la palme. Mais il nous faut examiner de plus près le résultat du système du savant premier commsisaire : ce système l'obligeant à faire un choix parmi les rédacteurs de *Ciel et Terre*, il met en avant deux noms dont je me garde bien de contester les mérites, mais dont l'un appartient à un savant entré dans le Comité de rédaction il y a un peu plus de trois ans seulement (1). Il exclut, par le fait, tous les membres les plus anciens, un seul excepté (M. Niesten) et frappe d'ostracisme un travailleur dont on peut dire que le zèle infatigable a le plus contribué à mener victorieusement à travers de nombreux écueils et cela pendant les seize années qu'elle compte d'existence, notre Revue belge d'astronomie et de physique du globe : j'ai nommé notre savant et laborieux confrère, M. Lancaster. Dirigeant la Revue depuis son origine, il lui consacre tous ses soins et une grande partie de son temps, stimulant le zèle de ses collègues, leur signalant bien souvent des articles à faire, à traduire ou à résumer. Constamment à l'affût de ce qui paraît de nouveau dans les revues et ouvrages de l'étranger, il tient à honneur de ne rien laisser passer d'intéressant sans que *Ciel et Terre* en parle; par ses nombreuses relations, il est tenu au courant de faits nouveaux dont la Revue a souvent la primeur. Lorsque le Comité de rédaction se présente par le fait du commun accord de tous ses membres, est-il équitable d'écarter du prix Mailly le collaborateur qui, pendant seize ans, a été l'âme de cette publication?

C'est donc au Comité de la Revue tout entier que le prix doit être accordé; cette récompense méritée, à côté de l'encouragement moral qu'elle apportera à ses rédacteurs, leur permettra aussi, j'en ai la conviction, d'améliorer les conditions matérielles de leur œuvre, de combler certaines lacunes, parmi lesquelles on peut signaler une table générale des volumes parus, qui fait défaut jusqu'ici, et dont l'utilité, la nécessité même, s'affirment de jour en jour.

---

(1) M. Prinz fait partie de la rédaction de *Ciel et Terre* depuis le 16 mars 1893.

L'éloge de *Ciel et Terre* n'est plus à faire, ce n'est point son mérite qui est discuté ici; les trois commissaires sont unanimes à le reconnaître; aussi serait-il superflu d'allonger ce rapport en montrant comment, depuis 1880, cette Revue n'a pas failli à la tâche qu'elle s'est imposée et qui est aussi le but visé par notre regretté confrère Éd. Mailly, c'est-à-dire le progrès de l'astronomie et la diffusion du goût et de la connaissance de cette science dans le pays.

Nous terminons en nous ralliant complètement aux conclusions de notre savant confrère M. Le Paige, et en proposant avec confiance à l'Académie de décerner le prix Mailly au Comité de rédaction de *Ciel et Terre*. »

La Classe a décerné le prix de *mille francs* à MM. C. Lagrange, E. Lagrange, A. Lancaster, L. Niesten, W. Prinz et P. Stroobant, membres du Comité effectif et responsable de la Revue *Ciel et Terre*.

RAPPORTS.

Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures; par Ém. Laurent, Ém. Marchal et Ém. Carpiaux.

Rapport de M. Errera, premier commissaire.

« Les plantes sont, comme on sait, les seules fabriques de matière organique. On connaît exactement l'endroit où s'accomplit chez elles la synthèse des substances hydrocarbonées et les conditions dans lesquelles cette synthèse se fait; mais on est beaucoup moins bien renseigné relativement aux composés organiques azotés.

Dans leur mémoire, MM. Laurent, Marchal et Carpiaux nous apportent à ce sujet des données précieuses. Ils commencent par résumer l'état actuel de la question. Nous les voyons avec plaisir faire grand cas des travaux trop peu connus de Pagnoul; mais ils ne nous paraissent pas avoir rendu tout à fait justice à ceux de W. Schimper (1888) et de Boussingault.

A la suite de leurs propres expériences, exécutées avec autant de méthode que de soin, sur les tiges étiolées et les tiges vertes de la Pomme de terre, les tiges étiolées de l'Asperge et de l'Orge, les feuilles vertes de la Betterave, les feuilles vertes et les feuilles blanches de l'Orme, de l'Érable et de l'Aspidistra, les auteurs arrivent aux conclusions suivantes :

Chez les plantes supérieures, l'assimilation des nitrates ou des sels ammoniacaux et la formation consécutive de composés organiques azotés exigent l'intervention de la lumière et, particulièrement, des rayons ultra-violets.

La présence de la chlorophylle n'est pas nécessaire à ces phénomènes, mais elle favorise grandement l'assimilation de l'azote nitrique, tandis que l'assimilation de l'azote ammoniacal s'effectue mieux dans les feuilles blanches.

L'assimilation de l'azote nitrique donne lieu à une production intérimaire d'ammoniaque.

Il est superflu de faire ressortir l'importance de ces résultats. Peut-être même doit-on aller plus loin que les auteurs et admettre, avec Schimper, que l'assimilation des nitrates chez les plantes supérieures ne se fait que dans les cellules chlorophylliennes; en tout cas, le contraire ne nous semble pas encore définitivement démontré, d'autant que de petites quantités de nitrates peuvent avoir été réduites, en l'absence de chlorophylle, soit par des micro-organismes, soit par des actions chimiques secondaires, soit par l'effet direct de la lumière, et que, d'autre part, des traces de chlorophylle échappent aisément à l'observation.

Nous sommes heureux de proposer à la Classe d'insérer ce beau travail dans le *Bulletin* et d'adresser des remerciements aux auteurs. »

MM. Gilkinet et Crépin ayant adhéré à ces conclusions, celles-ci sont adoptées par la Classe.

Sur les dérivés cadmiques halogénés de l'antipyrine;
par M. C. Schuyten.

Rapport de M. W. Spring, premier commissaire.

« M. Schuyten, docteur en sciences et professeur à Anvers, a étudié en détail les propriétés des chlorure, bromure et iodure doubles de cadmium et d'antipyrine.

Les deux premiers corps avaient déjà été entrevus par M. L. van Itallie, qui a préparé les composés halogénés correspondants du zinc; le dernier corps a été préparé pour la première fois par M. Schuyten.

La note, très substantielle, de l'auteur ne se prête pas à un extrait, car elle est la description de procédés de préparation et de propriétés spéciales dont on ne peut faire un résumé.

A mon avis, ces recherches augmentent utilement nos connaissances sur les dérivés, déjà nombreux, de l'antipyrine; j'ai donc l'honneur de proposer à la Classe l'insertion de cette note dans le *Bulletin* de la séance. »

M. Jorissen, second commissaire, se rallie à cette proposition, qui est adoptée par la Classe.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammomiacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures; par Ém. Laurent, Ém. Marchal et Ém. Carpiaux.

Seuls parmi les organismes, les végétaux sont capables de faire la synthèse, non seulement des matières hydrocarbonées, mais encore celle des substances albuminoïdes. Ils utilisent l'azote libre, l'acide nitrique, l'ammoniaque et les combinaisons azotées organiques.

Chez les Légumineées, l'assimilation de l'azote libre est l'œuvre de microbes spéciaux qui vivent dans les nodosités radicales; bien qu'elle ait lieu à l'obscurité, elle dépend indirectement de la lumière; en effet, pendant ce travail de synthèse, il y a disparition d'importantes réserves d'amidon provenant de l'assimilation foliaire (*).

Le *Clostridium Pasteurianum*, de Winogradsky, consomme, pendant qu'il fixe l'azote, de grandes quantités de sucre (**).

Quant aux Algues, telles que les Nostoccacées, qui, seules ou en symbiose avec des bactéries, assimilent l'azote libre, elles ne se développent qu'à la lumière.

Ces divers micro-organismes empruntent sans aucun doute l'énergie nécessaire à la synthèse des matières albuminoïdes, soit directement, soit indirectement, à la radiation solaire; à défaut de chlorophylle, ils utilisent une substance hydrocarbonée appropriée.

En est-il de même pour la synthèse des substances albuminoïdes à l'aide des nitrates et des sels ammoniacaux? Ces combinaisons azotées peuvent-elles pénétrer dans la matière vivante sans l'intervention de l'action solaire?

Pour les organismes inférieurs privés de chlorophylle, la question est résolue depuis longtemps déjà.

(*) ÉM. LAURENT, *Recherches sur les nodosités radicales des Légumineuses*. (ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR, t. V, 1891.)

(**) S. WINOGRADSKY, *Recherches sur l'assimilation de l'azote libre de l'atmosphère par les microbes*. (ARCHIVES DES SCIENCES BIOLOGIQUES, t. III, nº 4, 1895.)

Pasteur a fait croître, à l'obscurité, la Levure de bière dans un milieu minéral additionné de sucre et d'un sel ammoniacal (*). D'autres, après lui, ont cultivé de même des bactéries et des moisissures dans des mélanges salins renfermant un nitrate ou un sel ammoniacal (**).

Assurément, pour les organismes ainsi cultivés comme pour le *Clostridium Pasteurianum*, il faut qu'une certaine quantité de sucre soit brûlée pour fournir l'énergie nécessaire à la synthèse des matières albuminoïdes. Néanmoins, on peut affirmer que chez les plantes inférieures l'assimilation de l'azote ne dépend ni de la chlorophylle ni de la lumière (directe), qu'il s'agisse de l'azote des combinaisons minérales, ou, à plus forte raison encore, de l'azote des combinaisons organiques plus ou moins simples.

L'état de nos connaissances est beaucoup moins parfait si l'on envisage, non plus les végétaux cellulaires, mais les plantes supérieures. On sait déjà que leurs capacités de synthèse pour les substances hydrocarbonées sont beaucoup plus limitées que celles des microbes (***). En serait-il de même pour la production des matières albuminoïdes?

(*) PASTEUR, *Mémoire sur la fermentation alcoolique.* (ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, t. LVIII, 1859.)

(**) ÉM. LAURENT, *Recherches sur la valeur comparée des nitrates et des sels ammoniacaux comme aliment de la Levure et de quelques autres plantes.* (ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR, t. III, 1889.)

(***) Comparer, à ce point de vue, les résultats des essais d'ÉM. LAURENT, *Sur la nutrition de la Levure et de la Pomme de terre avec des solutions organiques.* (BULL. DE LA SOC. ROY. DE BOT. DE BELGIQUE, t. XXVI, et ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR, t. III, 1889.)

Les expériences de Th. Schloesing fils et Ém. Laurent ont démontré que les plantes vasculaires, autres que les Légumineés, qui n'ont pas de nodosités microbiennes, n'assimilent *jamais* l'azote libre (*).

A la suite des travaux de A.-B. Frank, on admet, sans que ce soit absolument démontré par l'expérience, que diverses espèces de plantes pourvues de mycorhizes peuvent se nourrir aux dépens non seulement des composés hydrocarbonés de l'humus, mais également de ses combinaisons organiques azotées. Ce mode de nutrition doit être fréquent dans les forêts des régions équatoriales abondamment pourvues d'humus.

Les plantes carnivores ont aussi la propriété d'utiliser les produits azotés de la digestion des petits animaux qu'elles capturent. Enfin, expérimentalement, on a pu alimenter des plantes privées de mycorhizes (Maïs) avec des solutions d'asparagine privées de microbes.

Pour ce qui est des nitrates, on a des raisons de supposer que les plantes supérieures ne peuvent les utiliser en l'absence de lumière, mais c'est là une opinion qui a été mise en doute. Quoi qu'il en soit, on ne sait pas non plus si la consommation des nitrates est liée ou non à la présence de la chlorophylle.

Si nous considérons l'assimilation des sels ammoniacaux, les quelques faits relatifs à leur disparition dans les feuilles manquent de netteté; ici encore, on ne peut affirmer, d'une façon formelle, si leur utilisation exige l'intervention de la lumière et de la chlorophylle.

(*) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, pp. 65 et 824, 1892.

Nous nous sommes proposé d'élucider la question de la production de matière organique azotée aux dépens de l'ammoniaque et de l'acide nitrique.

Les travaux antérieurs sur la question.

Ce fut Pagnoul qui observa, le premier, que dans les tissus des plantes exposées au soleil, les nitrates disparaissent et sont transformés en combinaisons organiques azotées. Il fut amené à faire cette importante découverte à la suite des inconvénients que présente pour la pureté des jus l'emploi tardif des nitrates dans la culture de la Betterave à sucre (*).

Il voulut rechercher si l'accumulation dans les racines de ces sels était due uniquement à cette cause, à une surabondance d'éléments azotés, et ne pouvait être attribuée aux conditions de la végétation et notamment à l'intensité de la lumière.

En analysant à des moments déterminés des Betteraves en croissance, cultivées en sol enrichi de nitrates, dans des conditions variables d'éclairement, il put constater que, sous l'influence de la lumière, les nitrates amenés dans les feuilles y disparaissent presque aussitôt; au con-

---

(*) *Expériences diverses faites à la Station agricole du Pas-de-Calais sur la culture de la Betterave.* (ANNALES AGRONOMIQUES, t. V, p. 481, 1879.) — *Champs d'expériences de la Station agricole du Pas-de-Calais. Essais divers.* (IDEM, t. VII, p. 5, 1881.) — *Influence de la lumière dans les phénomènes de végétation.* (BULL. DE LA STATION AGRONOMIQUE DU PAS-DE-CALAIS, p. 27, 1890.)

traire, ils s'accumulent à l'obscurité et ne subissent pas de modification.

Pagnoul fut ainsi amené à cette conclusion fort importante : « La lumière paraît avoir à remplir, dans la décomposition des nitrates et dans la formation des principes azotés et des corps organiques, un rôle analogue à celui qu'elle joue dans la décomposition de l'acide carbonique pour la formation des corps hydrocarbonés. »

Cette conception nouvelle de la formation des principes azotés des plantes n'a point subi jusqu'ici d'autre contrôle expérimental.

Cependant, plusieurs faits tendent indirectement à prouver que c'est surtout dans les feuilles, sous l'influence des radiations, que s'effectue la formation des matières organiques azotées aux dépens des nitrates. L'absence de ces composés dans les limbes foliaires, alors qu'ils existent plus ou moins abondamment dans les racines, les tiges, les rameaux et les pétioles, a été signalée par B. Frank (*), puis surtout par Schimper (**). Toutefois, Frank pensait que chez les arbres et certaines espèces pauvres en nitrates, l'assimilation de ces sels peut avoir lieu dans tous les organes traversés par des faisceaux libéroligneux, même déjà dans les racines.

L'accumulation d'asparagine dans les feuilles pendant

(*) *Ursprung und Schicksal der Salpetersäure in der Pflanze.* (BER. D. DEUTSCHEN BOT. GES., t. V, p. 472, 1887.)

(**) *Botan. Zeitung,* 1888, n° 5; *Flora,* 1890.

le jour, démontrée par Frank et Otto (*), peut aussi trouver son explication dans la réduction des nitrates à la lumière.

Quant à l'assimilation de l'ammoniaque, on sait que ce corps peut servir à la production de matières organiques azotées, aussi bien chez les plantes supérieures que chez les micro-organismes.

Cette transformation s'opère directement, sans oxydation de l'ammoniaque. Les recherches de Molisch (**), de Frank (***), de Schulze (IV), de Kreusler (V) et les expériences toutes récentes de Pagnoul (VI) ne laissent subsister aucun doute à ce sujet. Elles prouvent que, contrairement à l'opinion de Berthelot et André (VII), les plantes supérieures ne nitrifient jamais l'ammoniaque.

L'influence de la radiation sur l'assimilation de l'ammoniaque n'a pas encore été précisée. A la fin de son important travail sur l'intervention de l'ammoniaque

---

(*) Franck et Otto, *Untersuchungen über Stickstoffassimilation in der Pflanze.* (Ber. d. deutschen bot. Ges., t. IX, 1890.)

(**) Molisch, *Ueber einige Beziehungen zwischen anorganischen Stickstoffsalzen in der Pflanzen.* (Sitzungsber. d. math.-natur. Cl. d. Kais. Akademie Wien, Bd. XCV, Heft I, p. 221.)

(***) Schulze, *Bilden sich Nitrate im Organismus höherer Pflanzen?* (Ber. d. deutschen chem. Ges., p. 1500, 1887.)

(IV) *Ber. der deutschen bot. Ges.,* t. V, 1887.

(V) Kreusler, *Bildet dich im Organismus höherer Pflanze Salpetersäure?* (Ber. d. deutschen chem. Ges., p. 999, 1887.)

(VI) Pagnoul, *Assimilabilité de l'azote par les plantes sous les deux formes nitrique et ammoniacale.* (Annales agronomiques, t. XXII, 1896.)

(VII) Berthelot et André, *Sur la formation du salpêtre chez les végétaux.* (Annales de chimie et de physique, 6e série, p. 116, 1886.)

atmosphérique dans la nutrition végétale, Muntz (*) fait remarquer que la lumière favorise l'utilisation des composés ammoniacaux par les plantes; mais il ne cite pas d'expérience bien concluante à l'appui de cette opinion.

En revanche, les recherches de Kinoshita (**), faites sur des plantes d'Orge et de Maïs développées à l'obscurité, tendent à prouver que l'assimilation de l'azote ammoniacal ne dépend pas de l'action du soleil; et il émet la même opinion pour ce qui concerne les nitrates.

Méthodes d'analyse adoptées.

L'azote nitrique a été dosé par le procédé Schloesing. Un poids de matière séchée à 100° est soumis à l'extraction alcoolique pendant douze heures en présence d'un peu de chaux.

L'extrait évaporé à sec, repris par l'eau, est mis à bouillir dans un ballon, afin d'en chasser l'air; puis, sans laisser pénétrer celui-ci, on introduit 30 centimètres cubes de chlorure ferreux, 30 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, qu'on a purgés d'air par une courte ébullition. Le bioxyde d'azote qui se dégage est reçu dans une cloche à mercure dans laquelle on a placé 20 centimètres cubes d'un lait de chaux destiné à absorber l'acide chlorhydrique qui a passé avec le gaz.

(*) Muntz, *Recherches sur l'intervention de l'ammoniaque atmosphérique dans la nutrition végétale.* (ANNALES DE LA SCIENCE AGRONOMIQUE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE, série 2, t. I, 1896.)

(**) Kinoshita, *Bull. College of agriculture.* Tokio, 1895.

Le bioxyde d'azote est transvasé dans un ballon purgé d'air par l'ébullition de quelques centimètres cubes d'eau. Le gaz est absorbé par le vide qui se produit pendant le refroidissement du ballon. Ce dernier est mis en communication avec le gazomètre à oxygène; après six heures, tout le bioxyde est transformé en acide nitrique. Il ne reste plus qu'à doser l'acide formé par une solution d'ammoniaque titrée.

Le dosage de l'azote organique et ammoniacal a été fait par le procédé Kjeldahl :

Un gramme environ de la matière séchée à 100°-105° et finement pulvérisée est introduit dans un ballon avec 20 centimètres cubes d'acide sulfurique à 66$^{\text{Bé}}$ et 0$^{\text{gr}}$,8 de bioxyde de mercure. Le ballon est chauffé jusqu'à ce que le mélange devenu d'abord goudronneux soit complètement décoloré.

Après refroidissement, on ajoute au liquide transvasé dans un grand ballon, 100 centimètres cubes de soude caustique à 30 %, 20 centimètres cubes de sulfure de sodium à 8 % et 1 gramme de poudre de zinc. Les vapeurs ammoniacales sont reçues dans 100 centimètres cubes d'acide sulfurique titré. L'excès de cet acide est neutralisé par l'ammoniaque titrée en prenant le tournesol pour indicateur.

Le procédé Kjeldahl ainsi appliqué permet de doser l'azote organique (albuminoïdes, amides, asparagine) et ammoniacal. Les nitrates échappent intégralement à l'analyse, grâce à la présence du bioxyde de mercure.

L'azote ammoniacal est obtenu par distillation de la matière sèche pulvérisée, en suspension dans l'eau, en présence de magnésie calcinée. On sait que celle-ci ne décompose que les sels ammoniacaux et laisse intacte la presque totalité des composés organiques azotés des végétaux, si ce n'est toutefois quelques principes amidés instables.

Pour les matières bien homogènes, la limite d'erreur du chef des lectures et des mesurages de solutions titrées peut être évaluée à $0^{mgr},5$ d'azote. D'habitude, nous opérions sur le quart ou le sixième de la matière et l'erreur maxima était de 2 ou de 3 milligrammes. Le plus souvent, pour le dosage de l'azote organique et ammoniacal, on a fait deux dosages au moins et on a pris la moyenne des résultats. Rarement, ils différaient de plus de 2 milligrammes pour des quantités totales de 200 à 300 milligrammes.

Faute d'avoir tenu compte de l'erreur inévitable dans ce genre d'analyses, on a pu être conduit à des interprétations vicieuses des résultats donnés par des recherches sur l'azote des végétaux.

EXPÉRIENCE I.

FEUILLES VERTES DE BETTERAVE EXPOSÉES A LA LUMIÈRE SOUS DES ÉCRANS ABSORBANTS.

Les recherches de Pagnoul on mis en évidence l'action de la lumière sur l'assimilation des nitrates dans les feuilles vertes. Bien que cet expérimentateur ait opéré avec des plantes cultivées sous une cloche en verre violet, on n'avait aucun renseignement sur l'influence propre aux diverses régions du spectre sur la réduction des nitrates. Car dans les essais de Pagnoul, les plantes sont restées constamment sous la cloche violette, ce qui a dû forcément troubler toute leur nutrition. On ne peut donc tirer aucune conclusion de ce fait que, dans ces conditions, les plantes renfermaient des quantités considérables de nitrates. Comme on va le voir par les résultats de l'expérience I et aussi par ceux de l'expérience IX, ce sont les rayons violets et surtout ultra-violets qui interviennent dans l'assimilation des nitrates.

Le 16 juillet 1895, à 8 heures du matin, des feuilles de Betterave à sucre sont cueillies dans un champ. On en fait quatre lots, dont l'un *A* doit servir à doser les nitrates; il est aussitôt desséché et soumis à l'analyse.

Le lot *B* est placé sous une cloche à double paroi contenant une couche de 30 millimètres d'eau; les pétioles des feuilles plongent dans l'eau distillée.

Le lot *C* est placé sous un écran formé par une solution de bichromate de potassium à saturation, de la même épaisseur que la couche d'eau recouvrant *B*.

Enfin, la cloche qui se trouve au-dessus du lot *D* contient une solution de sulfate de cuivre ammoniacal à 2 %.

Les pétioles des feuilles composant les lots *C* et *D* plongent aussi dans l'eau distillée.

L'expérience a duré du 16 juillet, à 9 heures du matin, au soir du 22 du même mois, c'est-à-dire pendant sept jours. Durant ce laps de temps, le ciel a été presque toujours couvert et pluvieux, sauf le 17 et le 18 avant midi.

L'acide nitrique a été dosé dans chaque lot par la méthode de Schloesing.

Lot *A* (échantillon) : Poids sec, 3gr,405.

Azote nitrique : 19mgr,2 = 5,6 ‰ du poids sec.

Lot *B* (sous l'eau) : Poids sec, 4gr,036.

Azote nitrique : 5mgr,65 = 1,4 ‰ du poids sec.

Lot *C* (sous le bichromate de potassium) : Poids sec, $3^{gr},057$.

Azote nitrique : $12^{mgr},2 = 4$ °/₀₀ du poids sec.

Lot *D* (sous le sulfate de cuivre) : Poids sec, $3^{gr},678$.

Azote nitrique : $5^{mgr},1 = 1,4$ °/₀₀ du poids sec.

Au moment où elles ont été cueillies, les feuilles renfermaient une quantité d'azote nitrique égale à 5,6 °/₀₀ de leur matière sèche; sous l'écran formé par la solution de bichromate de potassium, une petite partie de cet azote a disparu, tandis que sous l'eau et le sulfate de cuivre la plus grande partie a été transformée.

La réduction des nitrates dans les feuilles vertes est un phénomène que domine l'action des rayons les plus réfrangibles du spectre.

EXPÉRIENCE II.

TIGES ÉTIOLÉES DE POMME DE TERRE CONSERVÉES A L'OBSCURITÉ.

Des Pommes de terre ont germé dans une cave obscure. Le 12 juillet 1895, on a cueilli 1,250 grammes de tiges étiolées, dont on a fait quatre lots désignés par les lettres *A*, *B*, *C* et *D*. Ils sont de composition bien uniforme : on évite de rassembler un grand nombre de tiges minces dans un même lot; pour éviter des inégalités dans la composition, on n'emploie que les portions supérieures des tiges et on rejette les parties vieilles, ligneuses.

Le lot *A* pèse 100 grammes; il servira au dosage de la matière sèche, de l'azote organique et ammoniacal.

Le lot *B*, de 250 grammes, est placé à l'obscurité et plonge dans l'eau jusqu'à 3 centimètres de profondeur.

On prépare la solution suivante, qui n'est autre que le mélange salin de Sachs, dans lequel le nitrate de potassium est remplacé par le sulfate du même métal et auquel on ajoute du sucre.

Eau (privée de nitrate et d'ammoniaque) . . .	1,000cc
Sulfate de potassium	0gr,5
— de magnésium	0gr,5
— de calcium	0gr,5
Saccharose très pure	40gr,0

Comme l'eau, la saccharose est très pure ; elle ne contient que des traces d'azote ammoniacal et nitrique.

A une moitié de la solution, on ajoute 2 ‰ de nitrate de potassium ; à l'autre moitié, 2 ‰ de sulfate d'ammoniaque.

Nous avons employé ces solutions dans les expériences II à IX ; nous les désignerons simplement sous les noms de solutions nitrique et ammoniacale. Il est bien entendu qu'elles renferment toujours des sels minéraux et du sucre.

Le lot *C* pèse 400 grammes ; les tiges qui le composent plongent par la base jusqu'à 3 centimètres de hauteur dans la solution ammoniacale.

Le lot *D* pèse 500 grammes ; il plonge de même dans la solution nitrique.

Les lots *C* et *D* sont placés dans l'armoire obscure à côté du lot *B* ; la température y varie de 15 à 22°. Tous les jours les solutions et l'eau sont renouvelées pour éviter le développement des moisissures et l'élaboration de matières albuminoïdes par ces organismes.

Le 20 juillet au soir, au bout de huit jours et demi, on a mis fin à l'expérience.

Étude du lot *A* (échantillon) : matière sèche, 5^{gr},76 pour 100 grammes de poids frais.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	264,5
Azote ammoniacal	13,1
Azote nitrique	10,3
Azote organique (264^{mgr},5 — 13^{mgr},1)	251,4

Étude du lot *B* (tiges dans l'eau) : matière sèche, 5,73 %. Dans 100 grammes de tiges, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	261,9
Azote ammoniacal	10,1
Azote organique (261^{mgr},9 — 10^{mgr},1)	251,8
Azote nitrique : le dosage n'a pas réussi.	

Étude du lot *C* (tiges dans la solution ammoniacale) : matière sèche, 6,07 %. L'augmentation de la matière sèche provient de l'absorption du sucre; il peut même, comme on sait, en résulter une production d'amidon. Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	289,8
Azote ammoniacal	36,2
Azote organique (289^{mgr},8 — 36^{mgr},2)	253,6
Azote nitrique	8,5

Étude du lot *D* (tiges dans la solution nitrique) :

matière sèche, 3,73 %. Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	275,6
Azote ammoniacal	24,4
Azote organique ($275^{mgr},6 - 24^{mgr},4$)	251,2
Azote nitrique	37,0

Il n'y a pas eu transformation de l'acide nitrique en matières organiques azotées ; mais une certaine quantité de nitrates a été transformée en composés ammoniacaux. On savait déjà que les nitrates peuvent être réduits en nitrites dans les tissus vivants des plantes, notamment par la Pomme de terre (*).

Résultats de l'expérience II.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.	AZOTE NITRIQUE en milligrammes.
Tiges coupées venant de la cave . .	264,5	13,1	251,4	10,3
— dans l'eau	261,9	10,1	251,8	»
— — la solution ammoniacale.	289,8	36,2	253,6	8,5
— — — nitrique . .	275,6	24,4	251,2	37,0

(*) Ém. Laurent, *Bull. de l'Académie royale de Belgique,* 3e série, t. XX, p. 478, 1890.

Les différences entre les quantités d'azote organique des quatre lots sont insignifiantes, inférieures à la limite d'erreur que les analyses comportent.

A l'obscurité, les tiges étiolées de Pomme de terre n'assimilent ni l'azote ammoniacal ni l'azote nitrique.

EXPÉRIENCE III.

TIGES VERDIES DE POMME DE TERRE EXPOSÉES AU SOLEIL.

Le 27 juillet 1895, 600 grammes de tiges de Pomme de terre, cueillies avec les mêmes soins que dans l'expérience II, ont été placées à la lumière afin de les laisser verdir. Tous les deux jours, on a renouvelé l'eau dans laquelle elles plongeaient.

Le 3 août, les tiges ont été retirées; elles étaient devenues vertes et portaient de jeunes feuilles de même couleur. On a coupé la partie inférieure des tiges, le plus souvent pourrissante, puis on a fait quatre lots :

Lot *A* : 150 grammes destinés au dosage de l'azote organique, ammoniacal et nitrique.

Lot *B* : 100 grammes; les bases des tiges plongent dans l'eau.

Lot *C* : 150 grammes, placés dans la solution ammoniacale.

Lot *D* : 150 grammes, que l'on fait plonger dans une solution nitrique.

Les lots *B*, *C* et *D* sont placés à la lumière sur le rebord d'une fenêtre exposée au nord-ouest. Les solutions sont renouvelées tous les jours.

L'expérience a duré jusqu'au 8 août matin. Dans l'intervalle, le ciel avait été assez clair les 3 et 5 août; couvert et pluvieux, les trois autres jours.

Étude de *A* (échantillon) : matière sèche, 5,7 °/o.
Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	292,4
Azote ammoniacal	30,2
Azote organique (292$^{\text{mgr}}$,4 — 30$^{\text{mgr}}$,2)	262,2
Azote nitrique	1,6

Au moment où elles ont été coupées à la cave, ces tiges renfermaient 251$^{\text{mgr}}$,4 d'azote organique, 15$^{\text{mgr}}$,1 d'azote ammoniacal, 10$^{\text{mgr}}$,3 d'azote nitrique. Pendant le verdissement, elles ont perdu la plus grande partie de leur nitrate; par contre, elles sont plus riches en ammoniaque formé aux dépens de l'acide nitrique et enlevé à l'air et à l'eau. Il y a euassimilation de 262$^{\text{mgr}}$,2 — 251$^{\text{mgr}}$,4 = 10$^{\text{mgr}}$,8 d'azote organique.

Étude de *B* (tiges dans l'eau) : matière sèche, 6,5 °/o.
Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	292,4
Azote ammoniacal	8,8
Azote organique (292$^{\text{mgr}}$,4 — 8$^{\text{mgr}}$,8).	283,6
Azote nitrique	1,8

L'ammoniaque contenu dans les tiges pendant le verdissement a en grande partie disparu sous l'influence de la lumière solaire. Un peu de nitrate a persisté dans les tiges.

Étude de *C* (tiges dans la solution ammoniacale) :

matière sèche, 7,5 %. Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	422,8
Azote ammoniacal	68,5
Azote organique ($422^{mgr},8 - 68^{mgr},5$)	354,3
Azote nitrique	»

Il y a eu une assimilation énergique de l'azote ammoniacal.

Étude de *D* (tiges dans la solution nitrique) : matière sèche, 7,02 %. Dans 100 grammes de tiges fraîches, il y a :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	382,7
Azote ammoniacal	33,5
Azote organique ($382^{mgr},7 - 33^{mgr},5$)	349,2
Azote nitrique	7,6

Les lots *C* et *D* renferment beaucoup plus de matière sèche que le lot *B* et surtout que le lot *A* ; ils ont assimilé l'acide carbonique de l'air absorbé et en outre le sucre des solutions.

Les tiges verdies exposées à la lumière assimilent l'azote nitrique; il paraît y avoir d'abord réduction de l'acide nitrique en ammoniaque, comme tend à le prouver la quantité d'azote ammoniacal constatée lors de l'analyse.

L'azote nitrique ($7^{mgr},6$) provient du nitrate qui se trouvait diffusé au moment où l'on a mis fin à l'expérience et qui n'avait pas encore été décomposé par l'action combinée du protoplasme et de la lumière.

Résultats de l'expérience III.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.	AZOTE NITRIQUE en milligrammes.
Tiges venant de la cave	264,5	13,1	251,4	10,3
— verdies	292,4	30,2	262,2	1,6
— — dans l'eau.	292,4	8,8	283,6	1,8
— — dans la solution ammoniacale. . . .	422,8	68,5	354,3	»
— — dans la solution nitrique	382,7	33,5	349,2	7,6

Les tiges verdies de Pomme de terre assimilent l'azote ammoniacal et l'azote nitrique à la lumière solaire.

EXPÉRIENCE IV.

TIGES ÉTIOLÉES DE L'ASPERGE A LA LUMIÈRE.

Après les expériences II et III, nous aurions voulu opérer avec des tiges de Pomme de terre non verdies exposées à la lumière. Un essai fait dans ce but ne nous a pas réussi parce que le verdissement des tiges étiolées de cette espèce est très rapide. Alors nous avons eu recours à des tiges d'Asperge (*Asparagus officinalis*) qui s'étaient développées à la cave et qui étaient complètement privées de chlorophylle.

Ces tiges ont été découpées en morceaux ; on a réuni tous ceux de la base, tous ceux de la partie moyenne et tous ceux du sommet en trois lots pesant chacun 200 grammes.

Chaque lot a été divisé en quatre portions de 50 grammes, puis on a fait quatre lots de 150 grammes en réunissant 50 grammes de chacun des trois premiers lots. On a ainsi obtenu de nouveaux lots comprenant une quantité égale des morceaux de tiges pris aux différents niveaux. Il y a tout lieu de croire que les quatre lots sont identiques comme composition chimique. Nous les appellerons *A*, *B*, *C* et *D*.

Le lot *A* sert au dosage de l'azote total et ammoniacal.

Les bases des tiges du lot *B* plongent dans un vase contenant de l'eau.

Le lot *C* est placé dans un vase renfermant une couche de 3 centimètres de solution ammoniacale.

Le lot *D* plonge de même dans la solution nitrique.

La mise en expérience a lieu le 21 août 1896 au soir, afin de faciliter la diffusion des sels pendant la nuit et de réduire ainsi la durée de l'insolation, de crainte d'un verdissement rapide. Le lendemain, à 8 heures du matin, les lots *B*, *C* et *D* sont mis en plein soleil.

Le ciel a été presque toujours pluvieux pendant les trois jours de l'expérience. Néanmoins, les extrémités des tiges ont verdi légèrement, puis sont devenues rougeâtres; il est des tiges qui sont rouges sur toute leur longueur. Le 24 au soir, lorsqu'on retire les tiges, leurs pointes, la veille encore brun verdâtre, ont une teinte nettement verte. La quantité de chlorophylle formée est peu considérable.

Étude de *A* (échantillon) : matière sèche, 11,04 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	542,1
Azote ammoniacal	9,8
Azote organique ($542^{mgr},1 - 9^{mgr},8$)	532,3

Étude de *B* (tiges dans l'eau) : matière sèche, 11,0 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	537,5
Azote ammoniacal	8,8
Azote organique ($537^{mgr},5 - 8^{mgr},8$).	528,7

L'azote ammoniacal n'a pas sensiblement diminué dans les tiges exposées durant trois jours au soleil. Serait-ce dû à la grande quantité d'asparagine qui s'accumule dans les tiges d'Asperge étiolées et qui aurait ralenti l'assimilation de l'azote ? C'est précisément pour éviter cet inconvénient que nous avons toujours ajouté du sucre à nos solutions nutritives.

Étude de *C* (tiges dans la solution ammoniacale) : matière sèche, 11,1 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	585,45
Azote ammoniacal	14,2
Azote organique ($585^{mgr},45 - 14^{mgr},2$)	571,25

Étude de *D* (tiges dans la solution nitrique) : matière sèche, 11,15 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	551,4
Azote ammoniacal	7,2
Azote organique ($551^{mgr},4 - 7^{mgr},2$)	544,2

L'azote nitrique contenu dans les tiges au début de l'expérience et à la fin n'a pas été dosé dans l'expérience IV ni dans les suivantes. Les faits relatifs à la disparition des nitrates se dégagent assez clairement des analyses des lots plongés dans la solution nitrique.

Résultats de l'expérience IV.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
Tiges venant de la cave.	542,1	9,8	532,3
Tiges exposées au soleil dans l'eau.	537,5	8,8	528,7
Tiges exposées au soleil dans la solution ammoniacale	585,45	14,2	571,25
Tiges exposées au soleil dans la solution nitrique	551,4	7,2	544,2

Les tiges d'Asperge à peu près privées de chlorophylle assimilent à la lumière solaire l'azote nitrique et mieux encore l'azote ammoniacal.

Afin de résoudre d'une manière encore plus nette la question relative au rôle de la chlorophylle dans l'assimilation de l'azote nitrique et de l'azote ammoniacal, nous avons renoncé à expérimenter sur des tiges étiolées et les avons remplacées par des feuilles complètement blanches des variétés à feuilles panachées. On sait que plusieurs espèces présentent parfois des feuilles, même des rameaux, complètement privés de chlorophylle. En opérant de la sorte, nous avons obtenu les résultats les plus concluants.

EXPÉRIENCE V.

FEUILLES BLANCHES ET FEUILLES VERTES DE L'ORME A GRANDES FEUILLES PANACHÉES (*Ulmus campestris fol. var.*) EXPOSÉES A LA LUMIÈRE.

Parmi les feuilles mises en expérience, les unes étaient toutes blanches ou ne présentaient que des taches vertes peu étendues. Les autres, au contraire, étaient toutes vertes, bien que provenant de branches du même arbre que les feuilles blanches.

De chaque catégorie de feuilles, on a pesé 30 grammes, dont on a fait trois lots de 10 grammes. Désignons-les par A_b, B_b, C_b et A_v, B_v et C_v; les indices b et v signifient feuilles blanches et feuilles vertes.

Les lots A_b et A_v sont destinés au dosage de l'azote organique et ammoniacal.

Les feuilles des lots B_b et B_v sont couchées la face supérieure tournée vers le haut dans des cuvettes en porcelaine, plates, et immergées dans la solution ammoniacale sucrée. Quant aux lots C_b et C_v, ils ont été immergés dans les mêmes conditions, sauf que la solution ammoniacale a été remplacée par la solution nitrique.

Les quatre derniers lots ont été exposés à la lumière le 28 août 1896, à 4 heures du soir, par un soleil modéré. Le 29 et le 30, le ciel était bien clair et la radiation vive.

L'expérience a été interrompue dans la soirée du 30 août; les feuilles ont été bien lavées dans l'eau et brossées soigneusement pour enlever les poussières de l'air appliquées à leur face supérieure.

Voici les résultats de l'analyse :

Lot A_b : matière sèche, $2^{gr},05 = 20,5$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	66,4
Azote ammoniacal	0,9
Azote organique ($66^{mgr},4 - 0^{mgr},9$)	65,5

Lot A_v : matière sèche, $4^{gr},2 = 42,0$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	128,35
Azote ammoniacal	2,1
Azote organique ($128^{mgr},35 - 2^{mgr},1$)	126,25

Il convient de remarquer la richesse beaucoup plus grande — plus du double — en matière sèche des feuilles vertes. C'est le résultat de l'assimilation chlorophyllienne. Quant à l'azote organique, il y en a 3,2 % dans les feuilles blanches et 3,0 % dans les feuilles vertes; la différence est due aux matières hydrocarbonées formées par les feuilles vertes et qui s'y trouvaient au moment de l'expérience. Si l'on fait abstraction de ces matières, la proportion de l'azote organique est plus grande dans les feuilles vertes que dans celles qui sont privées de chlorophylle.

Étude de B_b (feuilles blanches dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $2^{gr},07 = 20,7$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	87,4
Azote ammoniacal	4,3
Azote organique ($87^{mgr},4 - 4^{mgr},3$)	83,1

Les feuilles blanches immergées dans la solution ammoniacale ont assimilé l'azote donné sous cette forme.

Étude de B_v (feuilles vertes dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $4^{gr},18 = 41,8$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	142,2
Azote ammoniacal	5,2
Azote organique ($142^{mgr},2 - 5^{mgr},2$)	137,0

Les feuilles vertes ont aussi assimilé l'azote ammoniacal, mais beaucoup moins en proportion de leur poids sec que les feuilles blanches.

Étude de C_b (feuilles blanches dans la solution nitrique) : matière sèche, $2^{gr},07 = 20,7$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	69,1
Azote ammoniacal	1,5
Azote organique ($69^{mgr},1 - 1^{mgr},5$)	67,6

Les feuilles blanches ont peu ou même pas assimilé l'azote de la solution nitrique dans laquelle elles flottaient.

Étude de C_v (feuilles vertes dans la solution nitrique) : matière sèche, $4^{gr},25 = 42,5$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	159,2
Azote ammoniacal	4,0
Azote organique ($159^{mgr},2 - 4^{mgr},0$)	155,2

Les feuilles vertes ont assimilé activement l'azote du nitrate de potassium.

Résultats de l'expérience V.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
Feuilles blanches, échantillon.	66,4	0,9	65,5
— — dans la solution ammoniacale.	87,4	4,3	83,1
— — — nitrique . .	69,1	1,5	67,6
Feuilles vertes, échantillon	128,35	2,1	126,25
— — dans la solution ammoniacale .	142,2	5,2	137,0
— — — nitrique . . .	159,2	4,0	155,2

Si l'on compare les quantités d'azote assimilées par les feuilles blanches flottant dans la solution ammoniacale et par les feuilles vertes plongeant dans les deux solutions nutritives, on s'assure que la synthèse des matières albuminoïdes est aussi active dans les deux cas lorsque le sel est favorable. En d'autres termes, la chlorophylle n'est pas nécessaire à l'assimilation de l'azote, tout au moins de l'azote ammoniacal. Mais elle stimule singulièrement l'assimilation de l'azote nitrique, sans doute à cause des rayons qu'elle absorbe et que le protoplasme utilise pour la réduction des nitrates.

Nous avons cependant fait remarquer précédemment qu'en réalité les feuilles blanches contiennent moins d'azote organique que les feuilles vertes débarrassées des produits de l'assimilation du carbone. Voici, d'après nous, comment on peut interpréter ce fait : la synthèse des matières albuminoïdes exige la présence de substances hydrocarbonées, ainsi que le prouve l'accumulation bien connue d'asparagine dans les graines et les pousses végétant à l'obscurité. Dans nos essais, les feuilles blanches trouvaient dans la solution nutritive du sucre qui pouvait diffuser dans les cellules, au moins par la section des pétioles. Mais à l'état naturel, il est vraisemblable que les feuilles blanches ne reçoivent pas beaucoup de matières sucrées des feuilles vertes, surtout si les unes et les autres se trouvent sur des rameaux différents.

On peut aussi supposer que la sève de l'Orme renferme peu de sels ammoniacaux, que les feuilles blanches utilisent de préférence.

Voici les conclusions qui résultent des chiffres consignés dans le tableau précédent :

1° *Les feuilles blanches d'Orme assimilent difficilement, peut-être pas du tout, l'azote nitrique ; elles semblent réduire difficilement les nitrates.*

2° *Les feuilles blanches assimilent activement l'azote ammoniacal.*

3° *Au soleil, les feuilles vertes assimilent activement l'azote nitrique, beaucoup mieux que l'azote ammoniacal.*

EXPÉRIENCE VI.

FEUILLES BLANCHES ET FEUILLES VERTES D'ÉRABLE A FEUILLES DE FRÊNE (*Acer Negundo*) EXPOSÉES A LA LUMIÈRE.

Cette expérience est analogue à la précédente que nous aurions voulu répéter en opérant sur des quantités de feuilles plus considérables. Mais nous ne sommes pas parvenus à nous en procurer suffisamment.

Nous avons employé les feuilles blanches et les feuilles vertes de l'Érable à feuilles de Frêne. La variété panachée de cette espèce présente fréquemment des rameaux portant des feuilles toutes blanches. Parfois certains pieds portent des branches à feuilles complètement vertes; nous n'en avions pas à notre disposition et avons fait usage de feuilles blanches et de feuilles vertes cueillies sur des arbres différents de la même espèce plantés dans l'arboretum de l'Institut agricole.

Le 1er septembre 1896, on a pesé 105 grammes de feuilles d'Érable toutes blanches, qui ont été réparties en trois portions aussi égales que possible quant à l'origine des feuilles provenant d'arbres différents. Désignons-les par A_b, B_b, C_b.

Le même jour, on prépare, avec les mêmes soins, des lots pesant 35 grammes, mais composés de feuilles vertes; appelons-les A_v, B_v et C_v.

Les rachis des feuilles de chaque lot sont liés avec un petit cordon; on les place ensuite dans un verre, de façon à faire reposer les limbes au-dessus du bord du récipient; au fond de celui-ci, on verse de l'eau ou l'une des solutions nutritives, de façon que les rachis y plongent jusqu'à environ 3 centimètres de leur section.

Les six lots ont été exposés le 1er septembre, à 3 heures, à un soleil assez brillant. Les lots A_b et A_v plongent dans l'eau; B_b et B_v dans la solution ammoniacale; C_b et C_v dans la solution nitrique.

Le lendemain, le temps était très beau jusqu'à midi, puis le ciel est resté couvert jusqu'au soir; à ce moment, on a renouvelé l'eau et les solutions nutritives.

Le 3 septembre, le ciel fut couvert et pluvieux. Les vases sont retirés à 6 heures du soir et, aussitôt, mis à l'étuve à dessiccation.

Étude de A_b (feuilles blanches dans l'eau) : matière sèche, $5^{gr},25 = 15,0$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	215,4
Azote ammoniacal	5,9
Azote organique ($215^{mgr},4 - 5^{mgr},9$)	209,5

Étude de A_v (feuilles vertes dans l'eau) : matière sèche, $12^{gr},75 = 36,43$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	311,3
Azote ammoniacal	9,9
Azote organique ($311^{mgr},3 - 9^{mgr},9$).	301,4

Les feuilles vertes sont plus riches en matière sèche que les feuilles blanches ; les premières renferment 3,99 % d'azote organique et les secondes 2,36 %. Nous avons, à propos des feuilles d'Orme, expliqué ces différences.

Étude de B_b (feuilles blanches dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $6^{gr},60 = 18,86$ %.

	Milligrammes
Azote organique et ammoniacal	318,7
Azote ammoniacal	13,1
Azote organique ($318^{mgr},7 - 13^{mgr},1$)	305,6

Étude de B_v (feuilles vertes dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $13^{gr},60 = 38,86$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	387,6
Azote ammoniacal	33,6
Azote organique ($387^{mgr},6 - 33^{mgr},6$)	354,0

Dans la solution ammoniacale, les feuilles blanches ont assimilé une grande quantité d'azote ($305^{mgr},6 - 209^{mgr},5$

$= 96^{mgr},1$), pendant que les feuilles vertes en ont assimilé beaucoup moins ($334^{mgr},0 - 301^{mgr},4 = 32^{mgr},6$).

Étude de C_b (feuilles blanches dans la solution nitrique) : matière sèche, $6^{gr},90 = 19,71$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	266,6
Azote ammoniacal	9,1
Azote organique ($266^{mgr},6 - 9^{mgr},1$).	257,5
Azote nitrique assimilé par les feuilles blanches : $257^{mgr},5 - 209^{mgr},5 =$	48,0

Étude de C_v (feuilles vertes dans la solution nitrique) : matière sèche, $13^{gr},50 = 38,57$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	578,05
Azote ammoniacal	34,05
Azote organique ($578^{mgr},05 - 34^{mgr},05$). . . .	544,0
Azote nitrique assimilé par les feuilles vertes : $544^{mgr},0 - 301^{mgr},4 =$	242,6

Contrairement aux feuilles blanches, les feuilles vertes d'Érable assimilent l'azote nitrique beaucoup mieux que l'azote ammoniacal.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que la matière sèche des feuilles plongées dans les solutions sucrées, surtout pour les feuilles blanches, est notablement supérieure à celle des deux lots plongés dans l'eau :

	Feuilles blanches.	Feuilles vertes.
Lots plongés dans l'eau	15,00 %	36,43 %
Lots dans la solution ammoniacale .	18,86	38,86
Lots dans la solution nitrique . . .	19,71	38,57

Le pouvoir absorbant plus élevé des feuilles blanches est en corrélation avec leur pauvreté en substances hydrocarbonées.

Résultats de l'expérience VI.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
A_b. Feuilles blanches dans l'eau	215,4	5,9	209,5
B_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale	318,7	13,1	305,6
C_b. Feuilles blanches dans la solution nitrique.	266,6	9,1	257,5
A_v. Feuilles vertes dans l'eau	311,3	9,9	301,4
B_v. Feuilles vertes dans la solution ammoniacale	387,6	33,6	354,0
C_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique .	578,05	34,05	544,0

L'expérience VI démontre à l'évidence :

1° *Que les feuilles blanches de l'Érable à feuilles de Frêne, à la lumière, assimilent beaucoup mieux l'azote ammoniacal que l'azote nitrique.*

2° *Que les feuilles vertes de la même espèce, exposées au soleil, assimilent énergiquement les nitrates et beaucoup moins bien l'azote ammoniacal.*

Nous discuterons plus loin cette préférence des feuilles vertes pour les nitrates.

Attirons tout de suite l'attention sur ce fait déjà constaté dans les expériences II et III, que les organes verts et blancs nourris avec la solution nitrique renferment des quantités assez importantes d'azote ammoniacal. On peut donc supposer que l'acide nitrique, avant d'entrer dans la composition des matières albuminoïdes, doit, au préalable, être transformé en combinaison ammoniacale. Au reste, c'est une hypothèse qu'imposait, *a priori*, la composition de ces substances.

Il est aussi intéressant de remarquer que la quantité d'ammoniaque renfermée dans les lots B_v et C_v est la même. Serait-ce la limite de ce qui peut exister, sans nuire, dans les tissus mis en expérience?

EXPÉRIENCE VII.

FEUILLES BLANCHES ET FEUILLES VERTES DE L'ÉRABLE A FEUILLES DE FRÊNE PLACÉES A L'OBSCURITÉ.

La lumière est-elle vraiment nécessaire à l'assimilation de l'azote nitrique et ammoniacal par les feuilles blanches et par les feuilles vertes? Les résultats de l'expérience II tendent à démontrer que les organes étiolés sont incapables de réaliser ce travail à l'obscurité. En est-il de même des feuilles pourvues de chlorophylle?

L'expérience VII va nous éclairer à ce sujet.

On prépare deux lots de feuilles blanches d'Érable à feuilles de Frêne, pesant chacun 15 grammes, et deux lots de feuilles vertes, de 25 grammes chacun. Les matériaux employés proviennent d'un autre jardin que ceux de l'expérience VI. Les lots ont été composés soigneusement et on les a disposés au-dessus de vases en verre comme dans l'expérience VI.

Désignons ces lots par A_b, A_v, B_b, B_v. Les deux premiers plongent dans l'eau, B_b dans la solution ammoniacale et

B_v dans la solution nitrique. Après les résultats des expériences V et VI, nous pouvions nous borner à étudier l'assimilation de l'azote ammoniacal sur les feuilles blanches, et celle de l'azote nitrique sur les feuilles vertes.

Les quatre lots en question sont placés, le 26 septembre, à 11 1/2 heures, dans l'armoire obscure du laboratoire (température variant de 15 à 25°). On a renouvelé les solutions et l'eau le 27 au soir. Le 30 septembre, à 7 heures du matin, c'est-à-dire après 3 1/2 jours, on a arrêté l'expérience.

Étude de A_b (feuilles blanches dans l'eau) : matière sèche, 2gr,918 = 19,45 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	133,9
Azote ammoniacal	4,5
Azote organique (133mgr,9 — 4mgr,5)	129,4

Étude de A_v (feuilles vertes dans l'eau) : matières sèches, 7gr,47 = 29,9 %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	198,25
Azote ammoniacal	9,7
Azote organique (198mgr,25 — 9mgr,7)	188,55

Les feuilles blanches renferment 4,44 % du poids sec en azote organique ; dans les feuilles vertes, il y en a seulement 2,52 %. Celles-ci provenaient de rameaux particulièrement vigoureux, à végétation tardive ; elles étaient larges et épaisses, et avaient dû assimiler en abondance.

Étude de B_b (feuilles blanches dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $3^{\text{gr}},65 = 24,35$ %. Il y a eu une absorption considérable de sucre.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	138,8
Azote ammoniacal	11,9
Azote organique ($138^{\text{mgr}},8 - 11^{\text{mgr}},9$)	126,9

Étude de B_v (feuilles vertes dans la solution nitrique) : matière sèche, $7^{\text{gr}},49 = 29,96$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	194,7
Azote ammoniacal	10,0
Azote organique ($10^{\text{mgr}},0 - 194^{\text{mgr}},7$)	184,7

Résultats de l'expérience VII.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
A_b. Feuilles blanches dans l'eau	133,9	4,5	129,4
B_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale	138,8	11,9	126,9
A_v. Feuilles vertes dans l'eau	198,25	9,7	188,55
B_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique .	194,7	10.0	184,7

Il y a moins d'azote organique dans les lots plongés dans les solutions nutritives que dans les deux autres lots. Pour B_b, la différence ne dépasse pas la limite d'erreur provenant des analyses; pour B_v, elle est peut-être accidentelle, car, d'après Th. Schloesing fils (*), on ne peut admettre qu'il y ait dégagement d'azote libre par les tissus végétaux. Nous savons encore qu'ils sont aussi incapables de nitrifier l'ammoniaque. Mais il a pu se former de l'ammoniaque aux dépens des matières azotées organiques.

A l'obscurité, les feuilles blanches n'assimilent pas l'azote ammoniacal et les feuilles vertes n'utilisent pas les nitrates pour élaborer des matières organiques azotées.

Évidemment, on peut aussi admettre qu'à l'obscurité les feuilles blanches n'assimilent pas les nitrates et que les feuilles vertes ne consomment pas les sels ammoniacaux.

EXPÉRIENCE VIII.

FEUILLES BLANCHES ET FEUILLES VERTES D'*Aspidistra elatior* EXPOSÉES A LA LUMIÈRE.

Les plantes qui jusqu'ici ont été l'objet de nos recherches sont des Dicotylédones. L'*Aspidistra* est une Monocotylédone.

Nous avons eu la bonne fortune de disposer d'un assez grand nombre de feuilles, toutes blanches, d'*Aspidistra elatior fol. var.* provenant de plantes cultivées dans la même serre et dans les mêmes conditions de sol.

Nous en avons fait trois lots :

	Grammes.
Lot A_6 pesant	20,5
Lot B_6 pesant	20,0
Lot C_6 pesant	21,0

(*) Th. Schloesing fils, *Contribution à l'étude de la germination.* (Comptes rendus, 10 juin 1895.)

En même temps, on a préparé trois lots de feuilles vertes de la même espèce, cueillies dans la même serre, mais sur des plantes complètement vertes. Ces lots pesaient : A_v 36 grammes, B_v 35 grammes et C_v 34 grammes.

Les six lots ont été placés dans des vases au fond desquels il y avait une couche de 4 centimètres d'eau ou de solution nutritive ; les feuilles y plongeaient par la base de leur limbe, les pétioles ayant été coupés.

A_b et A_v plongeaient dans l'eau ; B_b et B_v dans la solution ammoniacale ; C_b et C_v dans la solution nitrique.

Le 2 octobre au soir, tous ont été placés dans une serre où la température a varié de 15 à 18°, à un endroit bien éclairé.

Le lendemain, il fit un beau soleil ainsi que le 4, de 10 à 12 heures, le 6, avant midi, et toute la journée du 8. Pendant le reste du temps, le ciel fut couvert et pluvieux. On a mis fin à l'expérience dans la soirée du 8 octobre.

Étude de A_b (feuilles blanches dans l'eau) : matière sèche : $2^{gr},545 = 12,41$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	53,6
Azote ammoniacal	3,9
Azote organique ($53^{mgr},6 - 3^{mgr},9$)	49,7
Azote organique pour 100 de matière sèche . .	1,95

Étude de A_v (feuilles vertes dans l'eau) : matière sèche, $11^{gr},750 = 32,64$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	191,95
Azote ammoniacal	19,2
Azote organique ($191^{mgr},95 - 19^{mgr},2$)	172,75
Azote organique pour 100 de matière sèche . .	1,47

Mêmes remarques que pour l'Orme et l'Érable, en ce qui concerne la proportion de la matière sèche et le taux d'azote organique.

Étude de B_b (feuilles blanches dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $2^{gr},810 = 14,05$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	82,5
Azote ammoniacal	12,7
Azote organique ($82^{mgr},5 - 12^{mgr},7$)	69,8

Étude de B_v (feuilles vertes dans la solution ammoniacale) : matière sèche, $12^{gr},190 = 34,85$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	236,65
Azote ammoniacal	39,5
Azote organique ($236^{mgr},65 - 39^{mgr},5$)	197,15

Étude de C_b (feuilles blanches dans la solution nitrique) : matière sèche, $2^{gr},8 = 13,33$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	68,6
Azote ammoniacal	8,5
Azote organique ($68^{mgr},6 - 8^{mgr},5$)	60,1

Étude de C_v (feuilles vertes dans la solution nitrique) : matière sèche, $12^{gr},2 = 35,88$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	260,2
Azote ammoniacal	28,2
Azote organique ($260^{mgr},2 - 28^{mgr},2$)	232,0

Les lots A_b, B_b et C_b n'avaient pas le même poids ; il en est de même des lots A_v, B_v et C_v. Si l'on calcule les quantités d'azote organique et ammoniacal pour

20 grammes des trois premiers et 35 grammes des trois derniers, on obtient les chiffres indiqués au tableau suivant :

Résultats de l'expérience VIII.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.
A_b. Feuilles blanches dans l'eau	48,5	3,8
B_b. — — — la solution ammoniacale . .	69,8	12.7
C_b. — — — — nitrique	57,2	8,1
A_v. — vertes dans l'eau	167,95	18,7
B_v. — — — la solution ammoniacale . . .	197,15	39,5
C_v. — — — — nitrique.	238,8	29,0

*A la lumière, les feuilles d'*Aspidistra *vertes et blanches assimilent l'azote nitrique et l'azote ammoniacal ; les premières préfèrent les nitrates et les secondes l'ammoniaque.*

Pour l'*Aspidistra*, comme pour l'Orme et l'Érable, le fait suivant se vérifie : tandis que les feuilles blanches ont une préférence marquée pour l'ammoniaque, les feuilles vertes assimilent beaucoup mieux l'acide nitrique.

Le faible pouvoir des feuilles privées de chlorophylle de réduire les nitrates se comprend aisément : elles ne peuvent utiliser pour ce travail les rayons absorbés par la chlorophylle.

Pour ce qui est des feuilles vertes, on comprend moins bien leur prédilection pour les nitrates. On sait depuis longtemps que parmi les plantes, supérieures et inférieures, il y a des espèces qui préfèrent les nitrates, d'autres les sels ammoniacaux et qu'il en est aussi pour lesquelles la nature du sel azoté est indifférente.

D'après Loew, ces différences s'expliqueraient par l'action des combinaisons ammoniacales sur la cellule végétale : elle résisterait, suivant les espèces, à des doses d'ammoniaque plus ou moins considérables. Et cette résistance serait plus grande chez les espèces qui préfèrent l'ammoniaque.

Cette interprétation peut sans doute être appliquée dans le cas actuel, puisque, comme nous l'avons fait remarquer page 846, dans l'expérience VI, il y avait la même quantité d'ammoniaque dans les feuilles vertes nourries avec la solution nitrique et la solution ammoniacale.

Néanmoins, nous sommes portés à croire que, à côté de l'influence de l'ammoniaque sur la cellule, il y a aussi l'action de ce corps produit à l'état naissant à la suite de la réduction des nitrates. Sinon, comment comprendre que pour la même espèce, les feuilles blanches assimilent activement l'ammoniaque? Peut-être pourrait-on supposer que l'action nuisible de ce corps se ferait surtout sentir en présence de certains produits de l'assimilation chlorophyllienne.

EXPÉRIENCE IX.

QUELS SONT LES RAYONS QUI INTERVIENNENT DANS L'ASSIMILATION DE L'AZOTE AMMONIACAL ET DE L'AZOTE NITRIQUE?

Pour répondre à cette question, que résout incomplètement l'expérience I, nous avons eu recours aux feuilles blanches et aux feuilles vertes de l'*Acer Negundo* et à la méthode des écrans absorbants. C'étaient les mêmes cloches et les mêmes solutions que dans l'expérience I.

L'expérience IX a été entreprise en même temps que l'expérience VII. On a fait quatre lots de 15 grammes de feuilles blanches et quatre lots de 25 grammes de feuilles vertes.

Les lots de feuilles blanches sont C_b, D_b, E_b et F_b; ils plongent dans la solution ammoniacale. Les feuilles vertes des lots C_v, D_v, E_v et F_v ont les parties inférieures de leurs pétioles immergées dans la solution nitrique.

C_b et C_v sont placés côte à côte sous un écran formé par une couche de 30 millimètres de bichromate de potassium à saturation.

Les lots D_b et D_v sont recouverts par une solution de sulfate de cuivre ammoniacal de même épaisseur.

Les lots E_b et E_v sont placés sous la cloche double avec une solution de bisulfate de quinine à 2 ‰.

Enfin les lots F_b et F_v sont recouverts par une cloche de mêmes dimensions que les trois premières, mais entre ses parois doubles, il y a de l'eau.

Les quatre cloches se trouvent dans un endroit bien exposé au soleil, à partir du 26 septembre, à 11 $^1/_2$ heures du matin. Le soleil, alors assez vif, a fait place, à 1 heure, à un temps couvert, qui a persisté jusqu'au soir.

Le 28, soleil pendant presque toute la journée.

Le 29, ciel un peu brumeux.

Le 30, à 7 heures du matin, on retire tous les lots en expérience.

On remarque que le lot D_b n'a pas bien plongé dans la solution et qu'il est partiellement desséché. Sous la couche, assez foncée, de sulfate de cuivre, cet accident avait passé inaperçu pendant la durée de l'expérience. L'assimilation a dû s'en ressentir.

Étude de C_b (feuilles blanches sous le bichromate de potassium) : matière sèche, $2^{gr},9 = 19,33$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	144,2
Azote ammoniacal	11,4
Azote organique ($144^{mgr},2 - 11^{mgr},4$)	132,8

Étude de C_v (feuilles vertes sous le bichromate de potassium) : matière sèche, $8^{gr},25 = 33$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	198,4
Azote ammoniacal	10,5
Azote organique ($198^{mgr},4 - 10^{mgr},5$)	187,9

Étude de D_b (feuilles blanches sous le sulfate de cuivre) : matière sèche, $2^{gr},94 = 19,6$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	143,1
Azote ammoniacal	8,5
Azote organique ($143^{mgr},1 - 8^{mgr},5$)	134,6

Étude de D_v (feuilles vertes sous le sulfate de cuivre) : matière sèche, $8^{gr},375 = 33,5$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	248,9
Azote ammoniacal	17,0
Azote organique ($248^{mgr},9 - 17^{mgr},0$)	231,9

Étude de E_b (feuilles blanches sous le sulfate de quinine) : matière sèche, $3^{gr},01 = 20,07$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	134,6
Azote ammoniacal	3,6
Azote organique ($134^{mgr},6 - 3^{mgr},6$)	131,0

Étude de E_v (feuilles vertes sous le sulfate de quinine) : matière sèche, $8^{gr},67 = 34,7$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	199,0
Azote ammoniacal	13,4
Azote organique ($199^{mgr},0 - 13^{mgr},4$)	185,6

Étude de F_b (feuilles blanches sous l'eau) : matière sèche, $3^{gr},22 = 21,46$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	168,1
Azote ammoniacal	8,4
Azote organique ($168^{mgr},1 - 8^{mgr},4$).	159,7

Étude de F_v (feuilles vertes sous l'eau) : matière sèche, $8^{gr},42 = 33,68$ %.

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	279,5
Azote ammoniacal	32,6
Azote organique ($279^{mgr},5 - 32^{mgr},6$)	246,9

Remarquons l'augmentation de la matière sèche des lots D_b, D_v, E_b, E_v, de F_v et surtout de F_b.

Aux chiffres exprimant les résultats précédents, joignons ceux de l'expérience VII, faite le même jour et avec les mêmes matériaux. Les lots de cette expérience serviront de témoins.

A cause de la dessiccation des feuilles, nous ne tiendrons pas compte du chiffre relatif à D_b.

Disons encore que, au moment où l'expérience a été commencée, le 26 septembre, beaucoup de feuilles de l'Érable à feuilles de Frêne étaient sur le point de tomber ; elles n'ont donc pu fonctionner comme elles l'auraient fait plus tôt. C'est à cette cause qu'il faut attribuer, sans aucun doute, le peu d'azote que le lot F_b (sous l'eau) a assimilé ; comme on le voit au tableau VI, des feuilles de la même variété avaient été beaucoup plus actives dans les premiers jours de septembre.

Résultats des expériences VII et IX.

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
A_b. Feuilles blanches dans l'eau à l'obscurité.	133,9	4,5	129,4
B_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale à l'obscurité	138,8	11,9	126,9
C_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale sous le bichromate de potassium.	144,2	11,4	132,8
D_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale sous le sulfate de cuivre . . .	»	»	»
E_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale sous le sulfate de quinine. . .	134,6	3,6	131,0
F_b. Feuilles blanches dans la solution ammoniacale sous l'eau	168,1	8,4	159,7
A_v. Feuilles vertes dans l'eau à l'obscurité. .	198,25	9,7	188,55
B_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique à l'obscurité.	194,7	10,0	184,7
C_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique sous le bichromate de potassium . . .	198,4	10,5	187,9
D_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique sous le sulfate de cuivre	248,9	17,0	231,9
E_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique sous le sulfate de quinine	199,0	13,4	185,6
F_v. Feuilles vertes dans la solution nitrique sous l'eau	279,5	32,6	246,9

De l'expérience IX, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° *Il n'y a pas assimilation de l'azote nitrique par les feuilles vertes de l'*Acer Negundo *sous les solutions de bichromate de potassium et de sulfate de quinine. Cette assimilation est très active sous la solution de sulfate de cuivre et sous l'eau. Ce sont donc les rayons ultra-violets qui interviennent dans cette assimilation.*

2° *Avec les feuilles blanches de la même espèce, il n'y a qu'une assimilation minime de l'azote ammoniacal, et peut-être elle est nulle, sous les solutions de bichromate de potassium et de sulfate de quinine; sous l'eau, elle est considérable. L'assimilation de l'ammoniaque est donc stimulée par les rayons ultra-violets.*

Les essais avec les feuilles blanches placées sous des écrans absorbants seront répétés l'an prochain, afin de nous assurer s'il y a réellement une légère assimilation de l'ammoniaque dans la région lumineuse du spectre.

Le rôle des rayons ultra-violets dans la synthèse des matières albuminoïdes avait déjà été mis en évidence, mais par une autre voie, dans des recherches entreprises par J. Sachs (*). Il avait vu que des plantes soustraites aux radiations ultra-violettes sont incapables de fleurir, faute de pouvoir produire les substances albuminoïdes nécessaires à la formation des boutons floraux.

(*) J. Sachs, *Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung.* (Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg, Bd. III, p. 372, 1887.)

EXPÉRIENCE X.

PLANTES D'ORGE CONSERVÉES A L'OBSCURITÉ.

Les expériences que nous venons de rapporter étaient terminées, lorsque nous avons eu connaissance d'un travail de Kinoshita (*) sur l'assimilation de l'azote des nitrates et des sels ammoniacaux.

En opérant à l'obscurité sur de jeunes plantes d'Orge et de Maïs cultivées dans du sable et arrosées avec des solutions de nitrate de sodium et de chlorure d'ammonium, cet expérimentateur a obtenu le résultat suivant : lorsque les tiges d'Orge avaient 20 centimètres de hauteur et celles de Maïs 40 centimètres, les unes et les autres renfermaient plus d'azote organique que d'autres plantes des mêmes espèces, cultivées dans les mêmes conditions, mais arrosées avec de l'eau pure. Les plantes qui avaient reçu le sel ammoniacal renfermaient beaucoup d'asparagine; au contraire, ce corps n'a pas augmenté dans les plantes arrosées avec la solution de nitrate de sodium.

Nous avons répété cette expérience et nous avons obtenu des résultats qui ne concordent pas avec ceux de Kinoshita.

Le 16 octobre 1896, nous avons fait six lots de 80 graines d'Orge de grosseur aussi régulière que possible et qui provenaient d'une malterie; les racines ont environ 1 centimètre de long et les tigelles commencent à poindre.

(*) *Loc. cit.*

Poids des lots :

	Grammes.		Grammes.
Lot *A*.	6,72	Lot *D*.	6,37
Lot *B*	6,38	Lot *E*.	6,17
Lot *C*.	6,54	Lot *F*.	6,51

Les lots *A*, *B* et *C* sont placés sur des étamines au-dessus de bocaux cylindriques contenant de l'eau privée de combinaisons azotées; chaque lot est recouvert d'une cloche reposant sur une assiette.

Les lots *D*, *E* et *F* sont plantés dans des pots avec du sable calciné auquel on a ajouté 12 % d'eau privée de combinaison azotée. Les pots sont aussi placés sur une assiette et recouverts de cloches.

Le 20 octobre au matin, on s'assure que la germination a été très régulière; quelques graines à peine n'ont pas continué à croître. Les tiges ont de 4 à 5 centimètres de longueur.

On remplace l'eau de *B* par la solution ammoniacale sans sucre et celle de *C* par la solution nitrique, également sans sucre. Le lot *E* est simplement arrosé avec la solution ammoniacale sans sucre et le lot *F* par la solution nitrique dépourvue de sucre. Pour ne pas déranger les jeunes plantules, on ne verse pas les solutions au-dessus du sable, mais sur l'assiette, de façon qu'elles remontent par imbibition.

Tous les jours on arrose ainsi les trois pots, *D* recevant simplement de l'eau; de deux en deux jours, on renouvelle, en les siphonant, les liquides de *C* et *B*.

Le développement des six cultures a été aussi régulier que la germination; sous l'influence des matières minérales, les lots *B*, *C*, *E* et *F* étaient un peu plus beaux que *A* et *D*. Nous avions oublié de donner à ceux-ci, au lieu d'eau, la solution minérale privée d'azote.

Le 30 octobre, dans tous les lots, la plupart des tiges avaient environ 20 centimètres de hauteur. On a mis fin à l'expérience et soumis chaque lot à un examen attentif. Seules, les quelques graines qui n'avaient pas continué à croître présentaient des traces de moisissures. On a pu facilement rassembler les plantes qui avaient été placées sur les étamines et ne point perdre la moindre radicelle. Pour celles qui avaient été cultivées dans du sable, celui-ci adhérait si intimement aux poils radicaux que nous avons renoncé à l'éliminer complètement. Une certaine quantité de sable se trouvait donc mélangée à la matière sèche et se retrouvera après dessiccation.

Tous les lots ont été desséchés immédiatement.

Dans un lot de 10 grammes de graines analogues à celles qui avaient été mises en culture, on a trouvé :

	Milligrammes.
Azote organique et ammoniacal	111,0
Azote ammoniacal	5,3
Azote organique	105,7

Le poids des six lots sera ramené plus loin à 6 grammes; dans ce poids de graines, il y a donc des quantités d'azote égales aux $^6/_{10}$ des chiffres ci-dessus, soit $66^{\text{mgr}},6$, $3^{\text{mgr}},2$ et $63^{\text{mgr}},4$.

L'analyse des plantes composant les lots, restes des graines compris, a donné des résultats qui ne peuvent pas être aussi exacts que ceux donnés par les expériences précédentes.

Voici pourquoi : les enveloppes des graines épuisées se mêlent assez difficilement aux tiges et aux racines pulvérisées après dessiccation; en outre, la présence d'une certaine quantité de sable dans les lots *D*, *E* et *F* n'a pas permis d'en avoir des échantillons parfaits pour l'analyse. Et nous ne pouvions songer à doser l'azote total dans chaque lot, puisque nous devions tenir compte de l'azote ammoniacal.

Il faudra faire la part de ces difficultés dans l'examen des résultats des analyses.

Étude de *A* : matière sèche, $2^{gr},7$.

	Dans $6^{gr},72$.	Dans 6 gr.
	Milligr.	Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	74,5	66,5
Azote ammoniacal	8,4	7,5
Azote organique	66,1	59,0

Étude de *B* : matière sèche, $2^{gr},58$.

	Dans $6^{gr},38$.	Dans 6 gr.
	Milligr.	Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	83,8	78,8
Azote ammoniacal	14,2	13,4
Azote organique	69,6	65,4

Étude de *C* : matière sèche, $2^{gr},885$.

	Dans $6^{gr},54$.	Dans 6 gr.
	Milligr.	Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	74,8	68,6
Azote ammoniacal	10,6	9,7
Azote organique	64,2	58,9

Étude de *D* : matière sèche, $4^{gr},01$ (avec sable).

	Dans $6^{gr},37$.	Dans 6 gr.
	Milligr.	Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	85,3	80,3
Azote ammoniacal	12,0	11,3
Azote organique	73,3	69,0

Étude de *E* : matière sèche, $4^{gr},32$ (avec sable).

	Dans $6^{gr},17$. Milligr.	Dans 6 gr. Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	91,5	88,9
Azote ammoniacal	19,5	18,9
Azote organique	72,0	70,0

Étude de *F* : matière sèche, $3^{gr},48$ (avec sable).

	Dans $6^{gr},51$. Milligr.	Dans 6 gr. Milligr.
Azote organique et ammoniacal . . .	89,1	82,1
Azote ammoniacal	10,1	9,3
Azote organique	79,0	72,8

Résultats de l'expérience X.

(Calculés pour un poids initial de 6 grammes de graines.)

LOTS.	AZOTE ORGANIQUE et ammoniacal en milligrammes.	AZOTE AMMONIACAL en milligrammes.	AZOTE ORGANIQUE en milligrammes.
Échantillon pris au moment de la mise en expérience	66,6	3,2	63,4
A. Graines avec eau	66,5	7,5	59,0
B. — — solution ammoniacale . . .	78,8	13,4	65,4
C. — — — nitrique	68,6	9,7	58,9
D. — dans le sable avec eau	80,3	11,3	69,0
E. — — — solution ammoniac.	88,9	18,9	70,0
F. — — — — nitrique .	82,1	9,3	72,8

Comme nous le faisions pressentir plus haut, ces résultats n'ont pas la netteté de ceux que nous avons obtenus avec les feuilles. Ainsi, pour s'en convaincre, il suffit de comparer la teneur en azote organique de l'échantillon original, de *A* et de *D*. Dans *A* et *C*, on serait tenté de voir une diminution de l'azote organique avec transformation partielle en ammoniaque. Cette expérience demande à être répétée et c'est ce que nous ferons prochainement. En attendant, nous croyons pouvoir conclure qu'il n'y a pas eu dans l'expérience X assimilation de l'azote ammoniacal ni de l'azote nitrique.

Les résultats de Kinoshita s'expliquent soit par des accidents analogues à celui que nous venons de signaler, soit, ce qui est plus probable, par le développement de moisissures sur les graines mises en culture. Lorsque ces champignons apparaissent sur une matière organique imbibée d'une solution nitrique et surtout ammoniacale, il faut s'attendre à ce qu'ils assimilent de l'azote de ces combinaisons. Nous avons eu l'occasion d'en avoir la preuve dans un essai fait à l'obscurité avec des tiges étiolées de Pomme de terre.

Le témoin renfermait au début de l'expérience $32^{\text{mgr}},9$ d'azote organique. Quatre jours plus tard, un lot de même poids, plongé dans la solution ammoniacale (température, 20 à 25°), renfermait $54^{\text{mgr}},4$ d'azote organique; un autre lot, plongé en même temps dans la solution nitrique, a donné à l'analyse $67^{\text{mgr}},7$ d'azote organique. On n'avait pas renouvelé les solutions et de nombreux filaments mycéliens avaient envahi les tiges, déjà souffrantes au début de l'expérience.

CONCLUSIONS.

1° *Chez les plantes supérieures, l'assimilation des nitrates n'a pas lieu à l'obscurité; elle exige l'intervention des rayons ultra-violets.*

2° *Pour les sels ammoniacaux, l'influence des mêmes rayons est sûrement prédominante; il se peut cependant que les rayons lumineux provoquent une faible assimilation de l'ammoniaque dans les feuilles blanches.*

3° *L'intervention de la chlorophylle n'est pas nécessaire; les feuilles blanches assimilent même mieux l'azote ammoniacal que les feuilles vertes.*

4° *L'assimilation de l'azote nitrique donne lieu à une production intérimaire d'ammoniaque.*

Ce travail met une fois de plus en relief le rôle dévolu à la radiation solaire dans l'économie de la nature : elle ne donne pas seulement aux plantes supérieures l'énergie nécessaire à la synthèse des matières hydrocarbonées; elle est aussi indispensable à la production, par ces végétaux, des substances albuminoïdes, ces éléments fondamentaux de la matière vivante.

Gembloux, Laboratoire de botanique de l'Institut agricole
de l'État.

7 novembre 1896.

Sur les dérivés cadmiques halogénés de l'antipyrine;

par M.-C. Schuyten, docteur en sciences.

Dans les pages qui suivent, j'ai exposé l'étude des propriétés des chlorure, bromure et iodure doubles de cadmium et d'antipyrine. M. L. van Itallie a annoncé l'existence de ces composés (*Ned. Tijdschr. voor Pharm. Chem. en Toxicologie,* 1895); mais comme j'avais déjà décrit, avant lui, sommairement, l'iodure (*Chem. Ztg,* 1895, 63), ce chimiste a bien voulu me communiquer qu'il renonçait à poursuivre ses recherches dans cette voie.

Je demande respectueusement à l'Académie la permission de lui soumettre le résultat de mes expériences.

Chlorure double de cadmium et d'antipyrine.

On mélange les solutions assez concentrées des components, dans la proportion d'une molécule de chlorure de cadmium à deux molécules d'antipyrine. Il se forme ordinairement un précipité, qui est le composé qu'on cherche; mais s'il ne se forme pas, par suite d'une trop grande dilution, on peut soumettre le liquide à l'évaporation spontanée; je ne recommande pas l'usage du bain-marie; non plus quand on veut concentrer les eaux mères; par la chaleur, le liquide jaunit, et les croûtes déposées par le refroidissement, qu'on recueille, ne sont pas d'une blancheur irréprochable. On jette le composé sur un filtre et on aspire à la trompe, puis on comprime dans du papier buvard et on laisse sécher à l'air, à l'abri des poussières. Le corps perd facilement son humidité; on le pulvérise alors très finement et on le rejette sur un filtre mouillé; puis on lave à grande eau. Après séchage, le corps est suffisamment pur pour être soumis à l'analyse. Le motif de ce mode opératoire réside dans ce fait que, si on lave le composé immédiatement après sa formation, il disparaît sur le filtre à vue d'œil, tandis qu'il se dissout beaucoup plus lentement quand il a été d'abord séché. Le rendement est théorique. Pour sécher, on doit, avant de porter le corps à l'étuve, lui enlever au préalable toute humidité apparente dans l'exsiccateur, car l'eau, sous l'action de la chaleur même modérée, finit promptement par le jaunir; il m'est même arrivé de le fondre dans ces conditions à une température qui n'avait pas dépassé 80°.

Dans le tube, il fond en un liquide jaunâtre qui devient rapidement charbonneux en dégageant des vapeurs d'une odeur pyridique bien prononcée; j'ai pu faire cette même remarque (*) pour le chlorure double de zinc et d'antipyrine. Point de fusion, déterminé dans l'appareil de Auschutz et Schulz (**) modifié par Roth (***), 259° (non corr.).

Il est assez soluble dans l'eau à froid et à chaud, se dissout dans le chloroforme et l'alcool éthylique et est presque complètement insoluble dans l'éther sulfurique.

A première vue, il semble ne pas affecter une forme

(*) *Chem. Ztg.*, p. 63, 1895

(**) *Fresenius Ztschr.*, p. 470, 1878.

(***) *Ber.*, 1886, 1971.

cristalline bien définie; mais quand on examine sous le microscope le résidu d'évaporation lente d'une goutte de la solution aqueuse pas trop concentrée, on observe, au milieu de la préparation, des agrégats globulaires du système hexagonal, présentant la croix noire entre nicols croisés; ces sphérolithes peuvent très bien être comparées à celles que forme le sulfate de cérium dans les mêmes conditions (solution 1 : 6) (*). La préparation est bordée par une très jolie cristallisation en éventails colorés en rouge, jaune, vert, qui devient toujours éclatante quand on l'observe sur fond noir; en certains endroits, on peut nettement constater que ces éventails se sont formés par suite d'un développement exagéré du côté des globules tourné vers le centre du résidu d'évaporation.

L'analyse a montré que le corps a une composition qui correspond à la formule $(C_{11}H_{12}N_2O)_2.CdCl_2$. Le cadmium a été dosé à l'état de sulfate, en détruisant la substance au rouge modéré dans une capsule en platine, à l'aide de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré pur; le chlore, par la méthode de Piria. Les résultats des analyses sont condensés dans le tableau suivant :

SUBSTANCE.	$CdSO_4$.	AgCl.
0,2453	0,0889	—
0,2360	—	0,1164

(*) C. Klement et A. Renard, *Réactions microchimiques à cristaux*, p. 52.

Calculés en °/₀, ils donnent :

	Trouvé.	Théorie.
Cd	19,48 °/₀	20,05 °/₀
Cl	12,19 °/₀	12,68 °/₀

La solution aqueuse est neutre, contrairement à ce que l'on observe pour les sels de cadmium ordinaires, qui ont une réaction acide; la remarque me paraît intéressante, en ce sens qu'elle appelle l'attention sur l'influence, dans la combinaison, des deux molécules d'antipyrine; nous savons en effet que cette base, isolée, n'a aucune action sur les réactifs colorés, vu sa nature d'amine tertiaire.

L'hydrogène sulfuré donne un précipité jaune pâle, cailleboté, soluble dans les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique étendus, soluble dans la soude caustique et le cyanure de potassium. Ce précipité, séché et chauffé dans un tube ouvert aux deux bouts, se fonce et dégage des gaz empyreumatiques ; finalement on obtient un résidu fixe, brun, d'oxyde de cadmium. La solubilité du sulfure dans les acides minéraux étendus, froids, ainsi que l'action de la chaleur, semblent indiquer la formation, aux dépens du chlorure double, d'un sulfure double de cadmium et d'antipyrine. Si on opère en solution acide, en présence de l'acide chlorhydrique ajouté en faible quantité, le précipité semble être un peu plus pâle et colle moins fort au filtre; il se laisse très bien réunir au fond; il est insoluble dans les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique à froid, dans la soude caustique et le cyanure de potassium ; chauffé dans le tube ouvert aux deux bouts, il donne un résidu qui se caractérise, à la loupe, comme un mélange de sulfure et d'oxyde de cadmium, celui-ci en quantité peu considérable; j'avais pensé qu'en lavant le sulfure longtemps, je serais parvenu à enlever toute trace de matière organique; il n'en est rien, car j'ai constamment obtenu, après la calcination modérée, une petite quantité d'oxyde de cadmium dans le résidu; d'où je crois pouvoir conclure que l'acide sulfhydrique produit, dans la solution acidulée par l'acide chlorhydrique, du sulfure de cadmium qui entraîne et fixe mécaniquement une certaine quantité de matière organique. En solution alcaline, les phénomènes se passent un peu différemment. L'addition de quelques gouttes de soude caustique produit un précipité blanc gélatineux; si on fait passer, après, dans la masse un courant d'hydrogène sulfuré, le précipité blanc est décomposé et se transforme en précipité jaune, beaucoup plus foncé que les précédents; il est aussi plus caillebоté et se concentre facilement au fond du vase; sec, il est très foncé et se comporte dans le tube ouvert aux deux bouts, à une chaleur rouge sombre, comme du sulfure de cadmium pur. Je crois pouvoir conclure de ce qui précède que la décomposition du chlorure double de cadmium et d'antipyrine, en solution aqueuse, est plus complète par la soude que par l'acide chorhydrique.

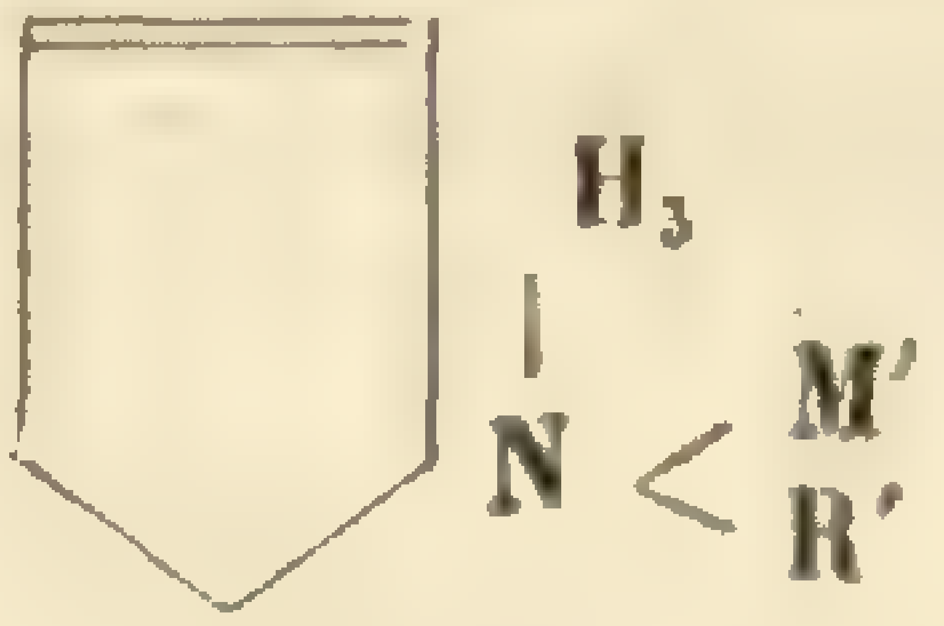
Le sulfocyanure de potassium ne donne aucune réaction; non plus quand on ajoute de l'acide sulfureux.

Les ferro- et ferricyanure de potassium donnent successivement des précipités jaune pâle et jaune foncé, insoluble et un peu soluble dans l'acide chlorhydrique.

Une baguette de zinc, fraîchement décapée par l'acide nitrique, plongée dans la solution aqueuse, se couvre d'un dépôt noir qui s'enlève très facilement et tache les doigts; il se forme plus lentement qu'avec une solution de chlorure de cadmium ordinaire.

Les réactions du côté de l'halogène sont assez typiques. Ainsi l'acétate de plomb ne produit absolument rien : si on concentre le liquide au bain-marie, et qu'on laisse refroidir, il n'y a encore rien ; mais l'addition d'un peu d'ammoniaque, *qui ne déplace pas l'antipyrine,* au contraire, provoque immédiatement une précipitation blanche insoluble dans un excès, aisément soluble dans l'acide nitrique étendu.

Le nitrate d'argent donne un cailleboté blanc devenant lentement violet à la lumière du jour, plus lentement que le chlorure d'argent ; il ne se dissout pas immédiatement dans l'ammoniaque ; il faut secouer et attendre un peu. L'addition d'acide nitrique change complètement l'aspect du précipité qui se réunit tout de suite au fond, et se dissout, après lavage, dans l'ammoniaque comme du chlorure d'argent pur. Tous ces phénomènes se présentent donc comme s'il s'était formé d'abord un composé additionnel de chlorure d'argent et d'antipyrine, décomposable par l'acide nitrique ; ce serait une combinaison du type



dont j'ai essayé de trouver un représentant, mais sans y réussir (*).

Le nitrate mercureux donne un précipité blanc laiteux qui ne se réunit au fond du vase qu'après un temps assez long ; mais aussitôt qu'on ajoute de l'acide chlorhydrique

---

(*) *Chem. Ztg.*, loc. cit.

étendu, dans lequel le chlorure mercureux est insoluble, l'aspect laiteux disparaît instantanément, et il se produit un corps cailleboté qui gagne rapidement le fond du tube; aussitôt qu'on ajoute de l'ammoniaque, le tout devient d'un noir superbe : la réduction est complète et instantanée; j'ai pu m'en convaincre aisément par comparaison avec ce qui se passe dans les mêmes conditions avec du chlorure mercureux pur en suspension dans l'eau; la différence de teinte est très grande et permet de conclure qu'avec le composé antipyrique du cadmium il ne se forme pas, sous l'influence du nitrate mercureux et de l'ammoniaque, le mélange d'amidure et de protochlorure de mercure bien connu.

Si on verse quelques gouttes d'acide sulfurique concentré pur sur un morceau sec du chlorure double, il ne se produit rien de bien remarquable; le corps ne change nullement de couleur, ne perd rien de sa blancheur initiale, même après un temps très long; si on chauffe à l'ébullition, il se dissout très lentement, émet des vapeurs d'acide chlorhydrique et donne au liquide une teinte jaune-brun; par le refroidissement, il reprécipite blanc; si on fait cette opération en présence d'un petit morceau de peroxyde de manganèse, l'acide chlorhydrique qui devient libre est mélangé de chlore.

Avec le chromate de potasse et l'acide sulfurique concentré, il y a une très vive réaction et dégagement de chlore; si on chauffe doucement, le liquide noircit, le dégagement de l'halogène cesse; on n'observe pas trace d'oxychlorure de chrome.

Le côté antipyrine de la molécule se laisse fort bien caractériser par l'acide nitreux (coloration verte); seulement, après avoir ajouté à la solution le nitrite alcalin, il faut acidifier de préférence par l'acide acétique; l'addition des acides chlorhydrique ou sulfurique, qui font virer le vert au jaune, induit souvent en erreur, tandis qu'avec l'acide acétique il ne faut pas craindre un excès. C'est ainsi que j'ai indiqué dernièrement, dans la description des propriétés du chlorure double de zinc et d'antipyrine (*), que ce corps ne donnait pas la coloration verte sous l'influence de l'acide nitreux naissant; je m'empresse de rectifier ici; cette coloration se produit bien réellement, seulement il faut opérer comme je viens de l'indiquer.

L'acide nitrique concentré bouillant donne la belle coloration rouge-violet bien connue, mais par addition d'eau on obtient, au lieu d'une bouillie de cristaux de nitroso- et de nitro-antipyrine (**), simplement un trouble laiteux.

Le brome est absorbé avidement; les phénomènes qu'on peut observer sont analogues à ceux visibles quand on opère sur l'antipyrine seule.

Bromure double de cadmium et d'antipyrine.

Quand on mélange les solutions aqueuses des components dans la proportion de deux molécules d'antipyrine à une molécule de bromure de cadmium, il se forme un précipité blanc laiteux qui disparait promptement quand

---

(*) *Chem. Ztg*, loc. cit.

(**) C'est dans le dictionnaire de Wurtz que cette réaction se trouve décrite; qu'il me soit permis de faire remarquer que la nitroso-antipyrine est verte (Knorr), et que la bouillie en question ne présente pas trace de cette couleur.

on agite un peu le liquide; mais bientôt après, quand on laisse le vase en repos, il se dépose, au fond, de petits mamelons brillants qui montrent, à la loupe, des facettes de forme peu définissable, réfléchissant très bien les rayons lumineux; la cristallisation augmente petit à petit, les mamelons grandissent, mais perdent et leur forme cristalline, en apparence du moins, et la faculté de réfléchir la lumière : ils deviennent blancs, ternes. On peut verser l'eau mère dans un autre vase, laver à l'eau froide ce premier dépôt qui adhère très fortement au verre, et s'occuper déjà de ce rendement. De même que le chlorure correspondant, le bromure double de cadmium et d'antipyrine se laisse fort bien travailler et est un peu moins bien soluble dans l'eau; toutefois il convient, ici encore, de prendre les mêmes précautions que précédemment en ce qui concerne la purification du composé : sécher d'abord avant de laver, éviter la chaleur autant que possible.

Sous l'action de la chaleur, il fond en un liquide jaunâtre qui se fonce vite en répandant une odeur de pyridine; il ne laisse pas de résidu : les fumées épaisses qui partent m'ont semblé renfermer un corps volatil blanc, car en certains endroits du tube, ouvert aux deux bouts, j'ai pu remarquer un dépôt blanc. Point de fusion, déterminé dans l'appareil de Auschutz-Schulz-Roth (*) : 138°,5 (non corr.).

Il est moins soluble dans l'eau que le corps précédent, se dissout assez bien dans l'alcool bouillant, mais est très peu soluble dans le chloroforme et l'éther; quelques

---

(*) *Loc. cit.*

gouttes de ces solutions, évaporées sur un porte-objet et examinées sous le microscope, n'ont pour ainsi dire rien révélé. Le résidu d'évaporation d'une solution aqueuse montre aussi des sphérolithes jouissant des mêmes propriétés que celles que j'ai décrites dans les pages précédentes; seulement la croix noire est un peu moins nette, et les cristaux moins grands; le système hexagonal se laisse très bien distinguer; les couleurs jaune, vert et rouge, sur fond noir, se remarquent fort bien, mais elles ne sont pas étalées en éventails.

La solution aqueuse a une réaction acide faible, mais nette, phénomène qui semble indiquer un certain degré de dissociation de la combinaison additionnelle dissoute (*).

L'analyse conduit à la formule $(C_{11}H_{12}N_2O)_2 . CdBr_2$ (**). Voici les résultats obtenus :

SUBSTANCE.	$CdSO_4$.	AgBr.
0,2031	0,0650	—
0,2800	—	0,1618

Calculés en %, ils donnent :

	Trouvé.	Théorie.
Cd	17,14 %	17,28 %
Br	24,58 %	24,67 %

(*) Voir p. 869.

(**) On ne peut pas détruire la substance directement par l'H_2SO_4 concentré pur, car les produits de décomposition sont volatils au rouge sombre et la balance accuse des pertes considérables. Il faut d'abord dissoudre la substance dans l'H_2O, précipiter par la NaOH, recueillir l'$Cd(OH)_2$ produit, enfin transformer celui-ci en $CdSO_4$.

Un courant d'hydrogène sulfuré conduit à travers la solution aqueuse ne produit, même après un assez long temps, qu'un louche qui s'accentue et se transforme en petits flocons gagnant le fond du vase quand on ajoute un peu d'acide chlorhydrique. Si l'on a eu soin d'ajouter cet acide avant d'opérer avec l'hydrogène sulfuré, il se produit un lait d'abord, qui n'est pas un lait de soufre, puis un précipité jaune pâle; séché, celui-ci, chauffé dans le tube ouvert, dans une flamme peu intense (lampe à alcool), donne un résidu de sulfure de cadmium exempt d'oxyde, ce que j'ai pu vérifier aisément à la loupe. Le précipité obtenu avec le gaz sulfhydrique, en solution alcaline, est du CdS pur; pas ou presque pas de matières organiques quand on chauffe. La soude caustique, l'ammoniaque, le carbonate de soude, le sulfocyanure de potassium seul ou avec l'acide sulfureux, le ferro- et le ferricyanure de potassium, la baguette de zinc fraîchement décapée, donnent des réactions absolument analogues à celles décrites pour le chlorure double de cadmium et d'antipyrine traité par ces mêmes réactifs; les mêmes remarques leur sont applicables.

Le nitrate d'argent donne un précipité blanc jaunâtre qui se caractérise comme du bromure d'argent, auquel adhèrent des traces de matière organique. Le chlore en dissolution aqueuse ne produit absolument rien, ne chasse donc pas le brome dans ces conditions. La solution aqueuse bouillie avec l'acide sulfurique en présence d'un grain de peroxyde de manganèse ne dégage pas de vapeurs de brome; il est vrai que le liquide devient brun, mais une goutte de nitrate d'argent, suspendue dans l'atmosphère du liquide en ébullition, à une baguette noire, n'a pas changé sa transparence parfaite.

L'acide sulfurique concentré attaque le corps sec à peine; la chaleur rend le liquide brun, mais ne provoque pas de dégagement de brome; l'addition d'un grain de peroxyde de manganèse produit la réaction vive habituelle et colore le liquide en beau rouge; mais l'amidon n'est pas coloré en jaune. L'emploi du peroxyde de plomb avec l'acide acétique reste également sans résultat, de même que l'ébullition avec un mélange d'acide sulfurique et de chromate de potasse. Le chlorure d'or donne un précipité jaune laiteux, plus ou moins orangé; son aspect est tout autre que celui du précipité obtenu dans les mêmes conditions avec du bromure de cadmium.

L'acide nitrique concentré chaud, le mélange de nitrite alcalin et d'acide acétique, donnent successivement les colorations rouge et verte caractéristiques pour l'antipyrine.

Iodure double de cadmium et d'antipyrine.

J'ai déjà signalé et décrit sommairement ce corps (*). Quand on mélange les solutions aqueuses des components, on obtient une précipitation blanche abondante, peu soluble; pour sa purification, il est encore bon de prendre les précautions citées précédemment. On peut aussi profiter de la solubilité de l'iodure de cadmium dans l'éther pour obtenir le corps avec une solution éthérée d'antipyrine; c'est alors qu'il cristallise après plusieurs semaines en petites aiguilles blanches qui fondent à 131° (non corr.). Quand on essaie d'obtenir des cristaux à l'aide des solutions aqueuses de concentration diverse,

---

(*) *Chem. Ztg.*, n° 63, 1895.

on n'obtient, sous le microscope, aucun résultat; on observe seulement des masses noires, composées de petits cylindres irréguliers emboîtés l'un dans l'autre par groupes de 4 ou 5, le tout surmonté, dans beaucoup de cas, d'un petit cône; ils s'éteignent quand on tourne le nicol inférieur.

L'analyse conduit à la formule $(C_{11}H_{12}N_2O)_2 . CdI_2$. En voici les résultats :

SUBSTANCE.	$CdSO_4$.	AgI.
0,2651	0,0753	—
0,2340	—	0,1476

Traduite en °/₀ :

	Théorie.	Trouvé.
Cd	15,09 °/₀	15,27 °/₀
I.	54,19 °/₀	54,07 °/₀

La solution aqueuse a également une réaction acide nette.

L'hydrogène sulfuré produit dans les solutions primitive, acidulée et alcaline, des précipités avec les caractères mentionnés ci-devant. La soude caustique, l'ammoniaque, le carbonate de soude, le sulfocyanure de potassium seul et en présence de l'acide sulfureux, le ferrocyanure de potassium et le zinc métallique donnent les précipités caractéristiques pour les sels de cadmium simples. Le ferricyanure de potassium donne un précipité jaune soluble dans un excès d'acide chlorhydrique; mais insensiblement cette dissolution donne un trouble rouge qui gagne en intensité; de l'iode devient libre, ce que j'ai pu vérifier par la coloration de l'amidon et par le chloroforme.

Le nitrate d'argent donne un louche jaunâtre qui se transforme en caillebotté quand on secoue fort; l'addition d'acide nitrique ne change rien; le cyanure de potassium semble ne pas le modifier non plus, ce qui tend aussi à prouver que le précipité n'est pas simplement de l'iodure argentique.

Le chlorure de palladium donne un précipité noir-brun, insoluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide nitrique; ces réactifs provoquent toutefois un rassemblement immédiat, en flocons, du précipité.

Le sulfate de cuivre, à froid, ne donne rien; mais quand on chauffe, le liquide change de couleur et il se forme de l'iodure cuivreux blanc qui va au fond.

L'acide nitreux ($KNO_2 + C_2H_4O_2$) décompose l'iodure double avec la plus grande facilité; il se forme un trouble rouge-brun, composé en majeure partie d'iode libre; petit à petit, l'iode est absorbé par l'antipyrine qui peut en fixer un atome par molécule, et le liquide redevient transparent, tout en affectant une couleur jaunâtre; ensuite il se fonce de nouveau en même temps que des produits résineux viennent nager à la surface; la liqueur devient noire à la fin.

L'addition de quelques gouttes d'eau de chlore provoque la mise en liberté instantanée de l'iode, mais il disparaît vite; il réapparaît encore quand on ajoute du réactif, pour disparaître une seconde fois, et ainsi de suite.

L'acide sulfurique concentré, versé sur le corps sec, le colore en brun; peu de temps après, dégagement de vapeurs d'iode.

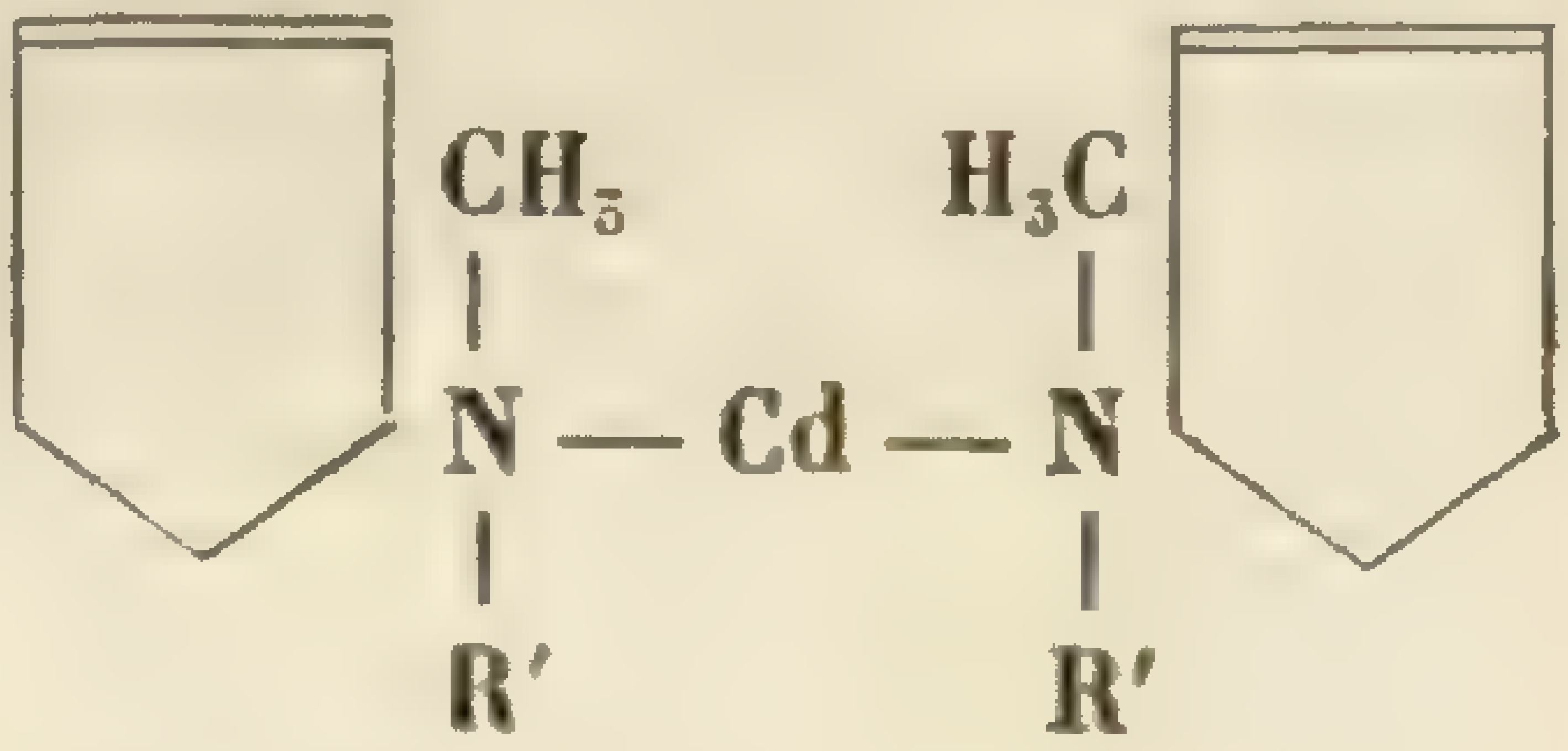
L'acétate de plomb donne un précipité jaune pâle qui n'est pas comparable, au point de vue de la couleur, à l'iodure de plomb pur qui est d'un jaune superbe; quand on le lave, il se fonce et disparaît plus vite sur le filtre que ne le fait l'iodure métallique ordinaire. Probablement avons-nous affaire encore à un composé additionnel.

L'acide nitrique concentré, à froid, précipite l'iode; à chaud, celui-ci paraît se dissoudre, mais réapparaît, violet, dans les vapeurs qui se dégagent du liquide en ébullition.

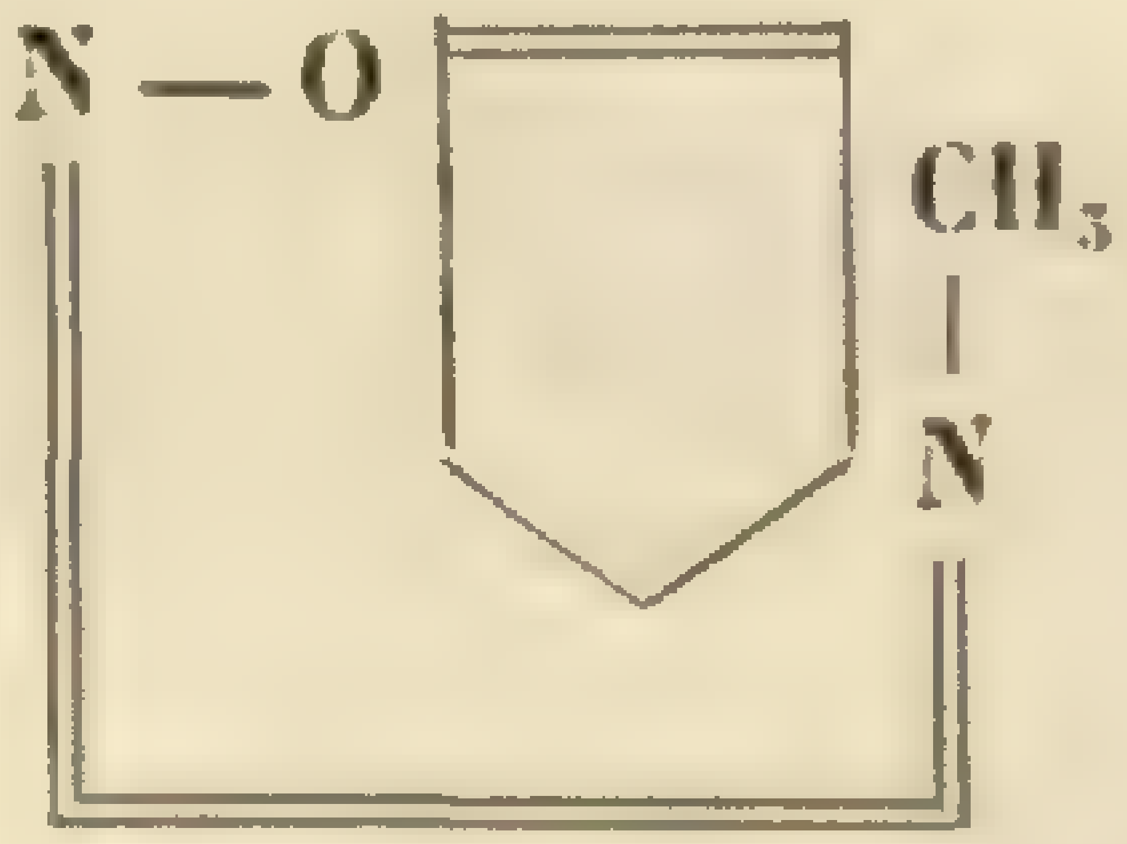
Le brome chasse aussi l'iode; au fond du liquide brun ainsi obtenu, on voit apparaître, après quelque temps, une cristallisation blanchâtre assez clairsemée; par la chaleur, elle disparaît, et à l'ébullition on n'observe plus de vapeurs violettes.

Appendice.

L'analyse des trois dérivés cadmiques de l'antipyrine que je viens de décrire, permet de donner à ces corps la structure générale suivante :



dans laquelle R′ représente le résidu halogénique monovalent; l'addition des components s'est effectuée au moyen des deux valences libres de l'azote méthylé; du moins, on accepte généralement cette manière de voir pour les combinaisons de ce genre. Si elle est exacte, il me semble qu'on doit accepter ce mécanisme de combinaison aussi pour les dérivés substitués de l'antipyrine, comme la bromo- et la nitroso-antipyrine, et admettre que dans ces composés l'azote trivalent est aussi devenu pentavalent; ces corps, en effet, ne se combinent plus aux composés qui peuvent s'ajouter à l'antipyrine libre. J'ai fait des essais dans cette direction avec la nitroso- et la bromo-antipyrine et j'ai essayé de les combiner avec le chloral, la résorcine, l'acide salicylique, les chlorure, bromure et iodure de zinc, les chlorure, bromure et iodure de cadmium, le chlorure et le rhodanate ferrique, l'acide rhodanique; on n'obtient dans aucun cas un précipité, et si on concentre par évaporation spontanée ou au bain-marie, on recueille des produits résineux de décomposition, ou un mélange de produits dont il est impossible de sortir. Ce qui est certain, c'est que les phénomènes ne se passent jamais comme pour une simple addition. Le caractère basique de l'amine tertiaire est donc annulé par l'introduction dans la molécule d'un groupe négatif. Mais s'il est possible d'expliquer cette assertion, acceptée d'ailleurs par la généralité des chimistes, pour le nitroso-type, en représentant sa constitution :



comment faire pour le bromo-type, qui, lui non plus, ne se combine à aucun des corps précités? Nos connaissances ne se sont pas encore suffisamment étendues, ce me semble, pour accepter la trivalence du brome.

De toutes ces considérations, et de beaucoup d'autres du même ordre d'idées, il résulte une fois de plus que la notion de « valence », telle qu'elle est représentée ordinairement, ne s'adapte pas à un nombre déjà considérable de faits qui ne peuvent que s'accumuler au fur et à mesure que la science se développe, et que l'élément le plus bizarre, à ce point de vue, est certainement l'azote.

Laboratoire privé. Anvers, novembre 1896.

ÉLECTIONS.

La Classe se constitue en Comité secret et procède aux élections pour les places vacantes.

La proclamation des résultats des concours et des élections aura lieu dans la séance publique du 16.

PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

Conformément à l'article 17 de son règlement, M. le général Brialmont et M. Ch. de la Vallée Poussin soumettent à la Classe leurs communications destinées à la séance publique.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance publique du 16 décembre 1896.

M. Al. Brialmont, *directeur,* président de l'Académie.

M. le chevalier Edm. Marchal, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alfr. Gilkinet, *vice-directeur;* le baron Edm. de Selys Longchamps, G. Dewalque, E. Candèze, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, Fr. Crépin, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, M. Mourlon, P. De Heen, C. Le Paige, F. Terby, J. Deruyts, Léon Fredericq, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* L. Errera, A. Lancaster et G. Cesàro, *correspondants.*

Assistent à la séance :

Classe des lettres. — MM. Alph. Wauters, Ch. Potvin, T.-J. Lamy, A. Giron, G. Monchamp, *membres;* Alph. Rivier et J.-C. Volgraff, *associés.*

Classe des beaux-arts. — MM. Th. Radoux, *directeur;* Éd. Fétis, Godfr. Guffens, Jos. Jaquet, J. Demannez, G. De Groot, Gust. Biot, H. Hymans, Jos. Stallaert, Alex. Markelbach, G. Huberti, Ch. Tardieu, Alfr. Cluysenaer, F. Laureys, J. Winders, Ém. Janlet et H. Maquet, *membres.*

De l'accroissement de la population et de ses effets dans l'avenir; par le général Brialmont, président de l'Académie et directeur de la Classe des sciences.

Je me propose d'appeler votre attention sur une question importante, dont on ne s'est guère occupé jusqu'ici, parce qu'elle intéresse seulement les hommes de l'avenir. Cette question est celle-ci : Quels effets produira l'accroissement continu de la population, non pas dans un ou deux siècles, mais dans plusieurs centaines de siècles, rien ne permettant de limiter à une durée moindre l'existence de l'humanité sur le globe? Pour que l'homme disparût, il faudrait que la température de l'air s'abaissât au point que toute vie organique vînt à cesser. Or, cette température n'a pas subi de diminution appréciable depuis les temps historiques.

Comme la population s'accroît indéfiniment et qu'il n'en est pas de même de la production des subsistances qui est limitée par l'étendue et le rendement des terres, il arrivera un moment où il y aura trop d'hommes sur le globe et où l'équilibre entre la population et la production se rétablira par la disparition de ceux qui ne trouveront plus de place au banquet de la vie.

Pour calculer approximativement la date où cette situation se présentera, je supposerai que la population dans les siècles futurs s'accroîtra comme elle s'est accrue depuis cent ans.

D'après les documents statistiques les plus dignes de confiance (1), la population de la terre s'élevait, en 1882, à 1,392 millions d'habitants et, en 1890, à 1,480 millions. Elle s'est donc accrue en huit années de 88 millions ou de 6.3 %. Si l'on calcule sur cette base la date où la population de la terre s'élèvera à 27 milliards, c'est-à-dire au double du nombre d'hectares que mesure la surface non immergée du globe, on aboutit à l'année 2280 (2).

Ainsi, dans 386 ans, la terre, dont une grande partie

---

(1) *Petermans Mittheilungen* et *Die Bevölkerung der Erde*, par Hermann Wagner et Alexandre Supan.

(2) La population de la terre s'accroissant de 6.3 % en huit ans, elle sera en

1898, de	1,573	millions d'habitants;
1906, de	1,672	—
1914, de	1,776	—
1922, de	1,888	—
1930, de	2,004	—
1938, de	2,130	—
1946, de	2,264	—
1954, de	2,407	—
1962, de	2,558	—
1970, de	2,719	—
1978, de	2,890	—

L'accroissement en quatre années étant à peu près de 3 %, la population en l'an 1982 s'élèvera à 2,977 millions d'habitants ou au double de ce qu'elle était en 1890. La période de doublement de la sera toujours inhabitable, aura une population moyenne aussi dense que celle de la Belgique et de la Saxe, les pays les plus peuplés du monde. Pour contester l'exactitude de ce calcul, il faudrait prouver que la population ne continuera pas à s'accroître aussi rapidement que je l'ai supposé, et cette preuve, les considérations suivantes permettent d'affirmer qu'on ne la fera point.

La population de l'Europe était de 144,561,000 âmes en 1788 et de 349,000,000 en 1886, ce qui constitue un accroissement de 140 °/₀ en un siècle. Le président du Congrès de statistique réuni à Vienne en 1887 produisit des documents prouvant que la population de l'Europe a doublé depuis soixante-dix ans (1), bien que de nom-

---

population terrestre est, par conséquent, de quatre-vingt-douze ans. D'après cette donnée, la terre aura en l'an

2074	5,954	millions d'habitants;
2166	11,908	—
2258	22,816	—

Augmentons ce dernier chiffre de 6.3 °/₀ pour avoir la population en l'an 2266. Elle sera, à cette date, de 24,253 millions; en 2274, de 25,781 millions, et en 2282, de 27,405 millions, nombre double de celui des hectares de la surface non immergée de la terre.

(1) Le statisticien Loua, se fondant sur les recensements de 1831 à 1871, assigne à la période de doublement de la population une durée de soixante-dix-sept à quatre-vingt-sept ans, d'après la méthode géométrique (celle du calcul de l'intérêt composé), et de cent onze ans d'après la méthode arithmétique. (*Journal de la Société statistique de Paris*, 1876.)

breuses guerres (1) et l'émigration (2) lui aient fait subir de grandes pertes.

---

(1) Les grandes guerres de la République et de l'Empire français ont coûté à l'humanité 5 millions d'hommes; la guerre de Crimée, 750,000; la guerre d'Italie, 45,000; la guerre de la Sécession, 332,000; la guerre de Bohême, 45,000; la guerre franco-allemande, 215,000; la guerre turco-russe, 250,000. D'après les documents statistiques du docteur Engel, les pertes causées par la guerre danoise, les expéditions de la Chine, du Mexique et de la Cochinchine, la guerre entre les Serbes et les Bulgares, la guerre de l'Afrique du Sud et la guerre afghane, s'élèvent à 148,000 hommes, auxquels il faut ajouter les pertes provenant des guerres du Tonkin, de la guerre d'Abyssinie, de l'expédition de Madagascar, de celle des Anglais en Égypte et des guerres civiles dans la Chine et dans l'Inde.

Ces chiffres représentent uniquement les hommes tués et ceux qui sont morts dans les ambulances; or, comme le fait observer J.-B. Say, « des champs ravagés, le pillage des habitations, des établissements industriels détruits, des capitaux consommés, etc., en ravissant des moyens de subsistance, font mourir bien du monde hors du champ de bataille ». D'après Johan von Bloch, les hommes tués un jour de bataille ne s'élèvent qu'au cinquième des pertes totales; les quatre autres cinquièmes sont causés par les fatigues et les maladies. (*Jahrbücher, etc.*, 1895.)

(2) De 1821 à 1830,	l'émigration a fourni	aux États-Unis. .	143,439	habit.
De 1831 à 1840,	—	— . .	599,125	—
De 1841 à 1850,	—	— . .	1,713,251	—
De 1851 à 1860,	—	— . .	2,598,214	—
De 1861 à 1870,	—	— . .	2,466,752	—
De 1871 à 1880,	—	— . .	2,944,695	—
De 1881 à 1890,	—	— . .	5,189,004	—

Sur 15 $^1/_2$ millions d'émigrants que les États-Unis ont reçus de 1821 à 1890, il y avait 6,317,000 Anglais, Écossais et Irlandais, 4,554,000 Allemands, 1,091,000 Scandinaves, 450,000 Austro-Hongrois, 402,000 Italiens, 369,000 Français, 338,000 Russes, 174,000 Suisses, 102,000 Hollandais et 290,000 Chinois.

En 1890, il y avait une population d'origine européenne de

La population dans les autres parties du monde s'est accrue plus rapidement encore. Celle de l'Amérique du Nord était, en 1790, de 4,000,000 d'âmes; en 1870, de 38,558,371, et vingt ans après, de 62,622,250.

L'Australie britannique avait, en 1801, une population de 5,547 colons, et, en 1890, de 3,945,000.

En 1816, Java et Mudura avaient une population de 4,615,000 habitants; en 1830, de 6,830,000; en 1849, de 9,384,000; en 1869, de 15,575,000; et en 1889, de 22,818,000.

Si l'on déduit de la population de ces contrées le contingent fourni par l'émigration, son accroissement demeure encore plus rapide que n'a été celui de la population de l'Europe dans le même temps.

On conclura de ces faits que mon évaluation, qui porte à quatre-vingt-douze ans la période de doublement de la population de la terre, loin d'être exagérée, reste en dessous de la réalité, car c'est dans les États civilisés que la natalité est la plus faible pour diverses raisons, dont la principale est la tendance de l'homme civilisé à augmenter sa richesse plutôt que sa famille.

Les économistes qui prétendent que la progression actuelle de l'accroissement ne se maintiendra pas, se fondent sur une décroissance de natalité constatée depuis quelques années dans plusieurs États européens.

Cette décroissance se manifeste surtout en France où

3,136,000 âmes en Afrique; de 4,698,000 en Asie; de 3,915,000 en Océanie; de 67,500,000 dans l'Amérique du Nord, et de 15,520,000 dans l'Amérique du Sud.

Au commencement du XIX^e siècle, il n'y avait hors d'Europe que 9 $^1/_2$ millions d'Européens.

la natalité était de 31.25 ‰ de 1816 à 1830 et n'était plus que de 22.40 ‰ en 1892 (1). Leroy-Beaulieu attribue ce mouvement rétrograde au désir du paysan français de ne pas morceler son patrimoine, aux charges militaires qui diminuent et retardent les mariages, au fait que les enfants n'apportent plus de revenu aux parents, comme autrefois, dans les occupations agricoles et industrielles, et au développement de l'instruction, de l'ambition personnelle et familiale, des idées démocratiques (2), de la concurrence dans les carrières et des goûts de luxe.

La plupart de ces causes de ralentissement du mouvement ascensionnel de la population existent dans les autres pays civilisés, mais ne produisent pas les mêmes effets, car la natalité y est plus forte et, dans quelques-uns, même double de ce qu'elle est en France (1). Ce dernier pays est entré si avant dans la voie de la limitation de la population qu'un grand nombre de familles, dit Leroy-Beaulieu, considèrent le troisième enfant comme une erreur et le quatrième comme une fâcheuse surprise.

---

(1) Le 12 avril 1891, la population de la France s'élevait à 38,095,180 habitants, et le 29 mars 1896, à 38,228,999. Ainsi, dans l'espace de cinq ans, elle n'a augmenté que de 133,819 âmes. Par rapport à l'année 1892, il y a même décroissance, car cette année la population s'élevait à 38,243,000 âmes. Aux causes de stagnation de la population indiquées par Leroy-Beaulieu, il faut ajouter le dépeuplement des campagnes au profit des villes qui voient par là augmenter le nombre des sans-travail et des pauvres.

De 1846 à 1891, la population rurale est descendue, en France, de 75.6 % à 62.6 %.

(2) D'après Levasseur, le sentiment démocratique et le développement de l'instruction tendent à élever le niveau de la classe ouvrière, à augmenter ses besoins et à lui inspirer, pour satisfaire ces besoins, l'idée de restreindre les mariages et d'user de prudence.

« Dans une société démocratique, dit Nitti, tout homme tend à s'élever au-dessus de sa position. » (*La population et le système social*, Paris, 1897.)

C'est ce qu'on appelle le phénomène de la capillarité sociale. Aux pauvres, cette ascension est interdite, et voilà pourquoi la misère est prolifique.

---

(1) Un tableau dressé par Bodio, chef de la statistique de l'Italie, prouve que, de 1874 à 1892, la natalité par 1,000 habitants est montée, en Italie, de 34.9 à 36.4; en Espagne, de 36.0 (en 1878) à 36.5 (de 1886 à 1888); en Portugal, de 33.1 (en 1886) à 35.3; en Serbie, de 41.8 à 42.1. La natalité est descendue, en Angleterre, de 36.0 à 30.5; en Irlande, de 26.7 à 22.5; dans l'Empire allemand, de 40.1 à 35.7; en Autriche, de 39.7 à 38.4 (en 1891); en Hongrie, de 42.7 à 42.3 (en 1891); en Suisse, de 30.4 à 28.1; en Belgique, de 32.9 à 28.6; en Hollande, de 36.4 à 32.0; en Suède, de 30.7 à 28.2 (en 1891); en Norvège, de 36.6 à 30.8 (en 1891); en Danemark, de 30.9 à 29.5; en Roumanie, de 42.2 (en 1886) à 42.0; en Russie, de 50.4 à 48.5 (de 1886 à 1888); en Finlande, de 37.7 à 34.0 (en 1891); en Grèce, de 30.1 à 26.2 (en 1889); en France, de 26.2 à 22.3.

De l'examen de ces chiffres, il résulte que la natalité par 1,000 était, il y a quatre ans, de :

22.3	en France;
26.2	en Grèce;
28.1	en Suisse;
28.2	en Suède;
28.6	en Belgique;
29.5	en Danemark;
30.5	en Angleterre;
30.8	en Norvège;
34.0	en Finlande;
35.3	en Portugal;
35.7	dans l'Empire allemand;
36.4	en Italie;
36.5	en Espagne;
38.4	en Autriche;
42.0	en Roumanie;
42.1	en Serbie;
42.3	en Hongrie;
48.5	en Russie.

Le savant économiste français tire toutefois de ce cas particulier une conclusion trop générale en soutenant que la population des États civilisés s'accroîtra de moins en moins et que, dans un avenir peu éloigné, elle restera presque stationnaire. Tout porte à croire, au contraire, que la population, dans les siècles futurs, — si elle n'est pas volontairement limitée, — s'accroîtra aussi rapidement et même plus rapidement qu'elle s'est accrue dans le siècle actuel, parce que les progrès de la civilisation feront disparaître ou atténueront des causes de mortalité dont plusieurs ont produit, jusque dans ces derniers temps, de grands déchets. Ainsi les nombreuses et rapides voies de communication par eau et par terre entre les diverses parties du monde rendront les grandes famines plus rares, sinon impossibles; la vaccination, lorsqu'elle sera obligatoire dans tous les pays, arrêtera les ravages de la variole (1); les progrès de la médecine et de la chirurgie empêcheront que le croup, la diphtérie et d'autres maladies ne fassent de larges brèches dans la population, et les succès obtenus, depuis peu, dans le traitement des maladies causées par les bactéries pathogènes, permettent d'espérer qu'on parviendra à rendre moins fréquente, à prévenir peut-être la tuberculose qui contribue à la mortalité générale pour plus de $^1/_{10}$. Par des mesures sanitaires locales et internationales, on parviendra également, sinon à empêcher la production des pestes, du moins à limiter leur propagation et à les rendre moins meurtrières. Enfin l'amélioration graduelle des logements d'ouvriers, des usines, des ateliers et des procédés de fabrication, due à l'application des principes de l'hygiène et à l'intérêt croissant que l'on porte aux travailleurs, diminuera notablement la mortalité dans les classes inférieures de la société (1).

---

(1) Avant la découverte de la vaccine, il mourait de la variole, en Westphalie, 26.43 habitants par 10,000, et à Berlin, 34.22 par 10,000. Depuis que la vaccination et la revaccination ont été rendues obligatoires en Prusse, il n'est mort que 0.16 habitant par 10,000 en 1880, 0.14 en 1885 et 0.05 en 1886, soit 5 par million au lieu de 3,000. (Rapport du Dr Devaux sur la vaccination, 1891.)

Ces faits prouvent que le développement de la population ne se ralentira pas dans les siècles futurs, à moins cependant que toutes les nations ne suivent l'exemple de la France, ce que certains économistes considèrent comme probable ; mais la raison qu'ils en donnent — la décroissance de la natalité — n'est pas suffisante pour justifier leur prédiction, car cette décroissance pourrait n'être que passagère et s'arrêter par suite d'un accroissement de prospérité modifiant les idées des pères de famille sur les inconvénients d'une nombreuse progéniture, ou par la crainte patriotique de faire descendre leur pays dans le rang des nations.

On peut donc admettre comme exacte la base du calcul d'après lequel, dans 386 ans, la population du globe s'élèverait à 27 milliards, si la terre était en état de la nourrir ; mais nous verrons plus loin que la production des subsistances sera insuffisante bien avant que la population ait atteint ce développement. Déjà actuellement, tous les États de l'Europe, à l'exception de la Russie, de l'Autriche, de la Roumanie et de la Serbie, sont obligés d'importer des céréales pour alimenter leur population, bien que celle-ci n'atteigne qu'en Belgique et en Saxe la densité de 2 habitants par hectare. En France, elle n'est que de 0.72; en Prusse, de 0.86; en Italie, de 1.07; en Angleterre, de 1.24, et en Hollande, de 1.56. Or, comme le fait remarquer un économiste français, « on doit prévoir le moment où les deux Amériques, la Russie, l'Asie septentrionale et centrale, l'Océanie et l'Afrique seront tellement peuplées que leur production en denrées sera absorbée par leurs habitants ».

---

(1) Pour donner une idée de l'influence que ces progrès ont exercée sur la mortalité, je citerai ce fait qu'en France, la mortalité était de 1 sur 26.8 de 1780 à 1784, de 1 sur 39.6 en 1816 et de 1 sur 42.8 en 1891.

Leroy-Beaulieu estime que cette situation se présentera dans un délai de un à deux siècles (1).

Un savant géographe anglais, M. Ravenstein, a lu, en 1890, à la Société de géographie de Londres, un mémoire (2) dans lequel il évalue la surface de la terre, non compris les régions polaires (dont la surface est de 4,888,000 milles carrés), à 46,350,000 milles carrés, comprenant 28,269,000 milles carrés de terres fertiles, 13,901,000 milles carrés de steppes et 4,100,000 milles carrés de déserts. D'après lui, le maximum d'habitants que peuvent admettre ces catégories de terres est de 207 par mille carré de terres fertiles, 10 par mille carré de steppes et 1 par mille carré de déserts; d'où il conclut que la terre peut porter 5,994 millions d'habitants, et que ce maximum sera atteint dans 176 ans (1).

---

(1) *Traité pratique et théorique d'économie politique*, 1896, t. IV, p. 532.

(2) Publié dans les *Proceedings*, etc., en janvier 1891.

Cette date correspondant à celle que donne mon calcul de l'accroissement de la population, on peut la considérer comme exacte; il n'en est pas de même de la conclusion de Ravenstein que la terre ne pourra fournir des aliments à plus de 5,994 millions d'hommes. Ce savant n'a pas tenu compte de l'extraordinaire fécondité des terres tropicales, ni de la sobriété des habitants de ces terres, ni de l'accroissement de production qui sera le résultat des progrès de l'agriculture.

Le maximum d'habitants que la terre pourra nourrir est certainement supérieur à 6 milliards; mais il ne dépassera pas le double de ce nombre, qui sera atteint dans 270 ans (2). Je fonde cette appréciation sur le raisonnement suivant :

Si des 13 $^1/_2$ milliards d'hectares que mesure la surface

---

(1) D'après les calculs de Ravenstein, la population de toutes les parties du monde s'accroît actuellement en dix ans dans les proportions suivantes :

En Europe	de 8.7 %
En Asie	6
En Afrique.	10
En Amérique du Nord.	20
En Amérique du Sud	15
En Australie	20
Sur la terre entière.	8

Ravenstein estime qu'à la fin de notre siècle la population de la terre sera de 1,587 millions d'habitants; en 1950, de 2,332 millions; en 2000, de 3,426 millions, et en 2072, — soit dans cent soixante-seize ans, — de 5,977 millions, maximum, d'après lui, de la population que la terre pourra nourrir. « I therefore assume, dit-il, that this world of ours, if brought fulli into cultivation, can supply 5,994 million human beings with food and other necessary products of the vegetable kingdom. »

(2) Voir la note 2 de la page 885.

du globe on retranche la surface des régions polaires, des steppes, des déserts, des montagnes couvertes de neige, des roches entièrement dénudées, des forêts, des lacs, des cours d'eau, des routes, des terrains qui seront rendus improductifs par l'industrie et l'énorme surface qu'occuperont les habitations quand la population sera huit fois plus dense qu'elle ne l'est aujourd'hui (1), il restera à peine 2 milliards d'hectares de terres arables, et de ces hectares, un quart au moins servira à la production de la nourriture des animaux, des plantes industrielles et médicinales. La nourriture des hommes devra donc être produite par la culture de 1 $^1/_2$ milliard d'hectares. Cette production suffira-t-elle aux besoins de plus de 12 milliards d'habitants ou de 8 par hectare cultivé ? On doit répondre négativement à cette question, bien que Gasparin, dans son *Cours d'agriculture,* soutienne qu'on peut octupler le produit actuel des terres « là où la culture à plusieurs assolements est bien organisée ». Mais cette culture ne pourra pas être appliquée sans interruption avec le même succès à toutes les terres arables et dans tous les climats. Il est constaté, du reste, que la culture se perfectionne moins vite que ne s'accroît la population (2), de sorte que le débordement de celle-ci sur la production se produira longtemps avant que le chiffre de 12 milliards ait été atteint. Déjà de nos jours l'excès de population a manifesté sa funeste influence dans plusieurs États européens, qui n'ont cependant en moyenne que 1 à 3 habitants par hectare cultivé (1). Il est la principale cause de l'émigration des Européens vers l'Amérique et l'Australie, des Indiens et des Chinois vers les zones tropicales (2). Ce mouvement toutefois devra s'arrêter dans un avenir prochain, car les États-Unis prennent déjà actuellement des mesures pour limiter l'immigration, dans l'intérêt des travailleurs nationaux, qui se plaignent de la concurrence que leur font les étrangers. Bientôt il ne restera donc plus d'autre ressource à la population européenne que de déverser son excédent sur les pays tropicaux, dont le climat est mortel pour un grand nombre de blancs et rend inféconds à la deuxième génération ceux qui résistent.

---

(1) Le statisticien Kautsky nous apprend que dans les villes anglaises, 270 habitants occupent 1 hectare de terrain. (*Revue statistique,* t. I, Paris, 1880.)

A Anvers, en 1860, 125,000 habitants occupaient 17,025 maisons sur un terrain de 300 hectares, ce qui porte à 417 le nombre des habitants par hectare et à 7 le nombre moyen d'habitants par maison. Les maisons rurales occupant pour un même nombre d'habitants plus de place, on peut admettre que la surface de terre enlevée à l'agriculture par les habitations est de 1 hectare pour 200 habitants.

(2) *L'économie politique jugée par la science,* par Tchernychewsky, Bruxelles, 1871.

Pour reculer autant que possible l'époque où la population sera limitée par cette émigration meurtrière ou par la misère, on mettra en culture toutes les parties de déserts, de steppes et de marais, qui pourront être fertilisées par des irrigations ou par des travaux de drainage. Mais la surface des terres que l'on gagnera ainsi pour la production ne dépassera vraisemblablement pas celle des terres que stériliseront l'industrie, les voies de communication et les bâtisses.

---

(1) Le maximum 3 est atteint et même un peu dépassé en Belgique où la superficie des terres en culture est de 1,955,000 hectares et la population de 6,400,000 habitants. Dans la plupart des autres pays de l'Europe, le rapport entre la contenance des terres cultivées et le chiffre de la population est plus élevé. Les habitants y vivraient donc aisément si la production moyenne de la terre était la même qu'en Belgique; or, chez plusieurs, elle est notablement inférieure, ce qui provoque l'émigration.

(2) D'après Levasseur, il y avait, en 1889, 160,000 Chinois à Hong-Kong, 180,000 à Bangkok, 50,000 en Cochinchine, 174,000 à Singapore, 225,000 à Java, 40,000 en Australie et 25,000 à Hawaï. Le recensement de 1890 porte à 107,475 le nombre des Chinois établis dans les États-Unis. L'émigration chinoise, dit Legoyt, est surtout provoquée par la misère et l'insuffisance des produits du sol.

Il sera, en effet, impossible de fertiliser les déserts salins, et les autres ne pourront être cultivés que dans les vallées sablonneuses susceptibles d'irrigation. Les vastes plateaux de grès, desséchés, dénudés et inhabitables, qui occupent une grande partie du Sahara, ne produiront jamais que des arbustes aux racines rampantes qui seront dépouillés par les sauterelles. Il est constaté, d'ailleurs, que les conditions atmosphériques du Sahara se sont modifiées par une révolution météorologique qui a transformé peu à peu des contrées fertiles du temps des Grecs et des Romains, en terres arides (1). Je ferai remarquer aussi que la direction des vents régnants rendrait toute végétation impossible sur les pentes de l'Atlas opposées au désert, comme sur celles des Andes opposées à l'Océan, parce que ces pentes sont privées de pluie (2). D'autres grandes parties du globe sont également destinées à rester stériles. Dans le voisinage des tropiques, il y a souvent des périodes de plusieurs années durant lesquelles il ne tombe pas une goutte d'eau. Ces terres infertiles sont, sous le tropique du Cancer : le Nouveau-Mexique, le Texas, le Sahara, l'Arabie et le nord de l'Inde ; et sous le tropique du Capricorne : le désert d'Atacama, le Chaco, le Kalahari et une partie de l'Australie.

---

(1) Voir *Le Sahara algérien et les déserts de l'Erg*, par Largeau, Paris, 1881.

(2) La cause de ce phénomène est que le versant opposé aux vents régnants des hautes montagnes est boisé et que les bois arrêtent les vapeurs de l'atmosphère et déterminent leur chute sous forme de pluie, par l'effet du refroidissement que produit l'eau en transsudant des arbres. (Explication de Moreau Jonnès.)

On ne pourra pas non plus livrer à l'agriculture les versants dénudés des hautes montagnes et les terres des régions polaires.

Quant au défrichement des forêts, ses résultats seront peu importants, car au delà d'une certaine limite, atteinte déjà et même dépassée dans quelques pays, il produit des effets nuisibles.

Lorsque les versants des montagnes sont déboisés, la pluie s'écoule rapidement et entraîne avec elle une terre généralement moins fertile que celle des vallées dont elle diminue ainsi la productivité.

Souvent aussi le déboisement donne naissance à des torrents qui causent des crues subites et ravagent les vallées. Comme dans les pays montagneux les forêts agissent sur les nuages et augmentent la quantité d'eau qui tombe annuellement, en les abattant on stérilise les plaines. C'est ce qui a produit les vastes solitudes infertiles que forment le Paramas du nouveau monde, les steppes de la haute Asie, les déserts sablonneux de l'Afrique, les landes et les bruyères de l'Europe.

La Palestine a été stérilisée par le déboisement. Le roc sec et dur y remplace les terres sillonnées de ruisseaux qui de toutes les collines boisées descendaient dans les plaines et les fertilisaient.

« La constante fécondité, dit Kautsky, diminue là où le déboisement a pris une certaine proportion ; elle est remplacée par les deux extrêmes, l'inondation et l'aridité. En Mésopotamie, en Asie Mineure, en Grèce, en Sicile, en Sardaigne, nous voyons parfaitement les résultats funestes du déboisement. Ces pays, de culture jadis si florissante, sont aujourd'hui presque des déserts où les inondations intermittentes détruisent, au lieu de l'arroser, le meilleur reste du sol cultivable.

» En Russie, l'aridité et les inondations augmentent (1). »

Dans l'Ohio, le niveau de plusieurs rivières a baissé, au préjudice de la navigation. Les étés y sont devenus plus chauds et les hivers plus froids.

Par suite des besoins croissants de la marine, des chemins de fer et de l'industrie, le déboisement a fait des progrès alarmants (2), contre lesquels réagissent en ce moment plusieurs États, non seulement dans l'intérêt de l'agriculture, mais encore dans celui de l'hygiène, car la

---

(1) **Kautsky**, *Revue socialiste*, 1880.

(2) Au commencement du siècle, les bois occupaient un quart environ des terres du globe. Cette proportion est fortement réduite de nos jours, comme le prouve le tableau suivant, extrait du *Traité théorique et pratique de statistique*, par Maurice Block (1878) :

Sur 100 hectares,	l'Angleterre a	5	hectares de forêts;
—	la France	17.7	—
—	l'Allemagne	26.1	—
—	l'Autriche	33	—
—	la Russie d'Europe	40.3	—
—	la Suède	60	—
—	la Norvège	66	—
—	le Danemark	4.7	—
—	les Pays-Bas	7.1	—
—	la Belgique	18.5	—
—	la Suisse	15.9	—
—	la Grèce	18.9	—
—	l'Espagne	5.2	—
—	le Portugal	4.4	—

Dans l'Afrique australe, la destruction des forêts fait chaque année le désert sur des millions d'hectares (*La question du déboisement*, Revue d'Édimbourg, 1875). Il en est de même dans presque toutes les colonies britanniques. En 1830, il y avait dans la Nouvelle-Zelande 20 millions d'acres boisés sur 66 millions, surface totale de l'île; en 1872, il n'y avait plus que 12 millions d'hectares boisés.

destruction des forêts produit des variations de température nuisibles à la vie animale autant qu'à la vie végétale. D'après le Dr Jeannel, la mortalité dans les trente départements déboisés de la France est notablement plus forte que dans les cinquante-sept départements boisés. Ce même effet a été constaté dans les îles de la Martinique, de la Trinité, de Saint-Domingue et Maurice.

On devra donc renoncer bientôt à la transformation des terrains boisés en terrains de culture et suppléer au bois de charpente et de menuiserie par le fer, et au bois à brûler par le charbon. Mais ce combustible finira également par faire défaut, et même plus tôt qu'on ne pense, car l'industrie en consomme déjà actuellement de si grandes masses que, de l'avis de plusieurs géologues, les gisements de houille seront épuisés ou inexploitables dans un siècle (1). La découverte de nouveaux gisements fera sans doute reculer cette date, mais il n'en est pas moins certain qu'en prévision des besoins de l'avenir on devra trouver une source de chaleur et de force pouvant remplacer les combustibles du règne végétal et du règne minéral. Ce problème est déjà partiellement résolu par l'utilisation de la force du vent et des chutes d'eau. Il le sera complètement lorsqu'on parviendra à capter une partie de l'énorme force que développent les marées et les rivières, et que représentent la chaleur du soleil et celle du noyau central de la terre.

---

(1) La consommation du charbon augmente très rapidement. De 1800 à 1869, elle est montée par année, en Angleterre, de 10 millions de tonnes à 108 millions. Elle s'élève actuellement à 170 millions de tonnes, et l'on considère comme probable que, dans cinquante ans, elle sera de 300 millions de tonnes. Un accroissement analogue est constaté dans tous les pays producteurs de charbon.

Tenant compte de ce fait, l'économiste anglais Jevons estimait, en 1866, que le charbon sera épuisé dans un siècle. Son compatriote Price Williams assignait, en 1889, à la période d'épuisement la même durée. Cette période semble trop courte à Hull qui, dans un livre sur les gisements de houille de la Grande-Bretagne, soutient que si l'on descendait jusqu'à 4,000 pieds de profondeur, on pourrait extraire, en Angleterre, 140 millions de tonnes de houille, ce qui assurerait la consommation pour 4 $^1/_2$ siècles, au taux de 300 millions de tonnes par an, chiffre qui sera atteint avant cinquante ans. Mais l'exploitation des mines de charbon à de pareilles profondeurs serait vraisemblablement impossible à cause des difficultés d'épuisement et de ventilation, et surtout à cause du *grisou* qui se rencontrerait à l'état liquide ou solide par suite de la grande pression à laquelle il est soumis.

Le problème du remplacement des combustibles par les forces de la nature sera donc résolu; il n'en est pas de même du problème de l'alimentation de la population à tous ses degrés de densité. Ce problème est insoluble parce que la production des substances est limitée et que celle de l'homme ne l'est pas. L'équilibre entre ces deux éléments ne s'établira donc que par la diminution volontaire de la natalité ou, à défaut de celle-ci, par un accroissement de mortalité résultant principalement de la misère.

C'est ce que n'admettent pas encore certains économistes. « Qui peut affirmer, dit Rossi, que de nouvelles substances ne seront pas découvertes et qu'on ne trouvera pas le moyen d'obtenir de la même étendue de terre des produits pouvant suffire à la nourriture d'une population double ou triple de celle qu'on peut alimenter avec les produits actuels? »

Cela n'est pas impossible, mais rien, jusqu'ici, ne prouve qu'on y parviendra. Et alors même que la prévision de Rossi se réaliserait, il arrivera toujours un moment où la production ne suffira plus aux besoins de la population, si rien n'en arrête le développement.

M. Thiers était donc dans l'erreur quand il disait : « Si l'on pouvait imaginer un jour où toutes les parties du globe seraient habitées, l'homme obtiendrait, sur la surface du globe, dix fois, cent fois, mille fois plus qu'il ne recueille aujourd'hui... L'espèce humaine finira glacée ou brisée, n'ayant encore mis en culture que la moindre partie du globe (1). »

La même erreur a été commise par Godwin, soutenant que « la population peut croître pendant des myriades de siècles sans que la terre cesse de suffire à la subsistance de ses enfants ».

Exagération manifeste dans laquelle tombent tous ceux qui considèrent la terre comme un admirable capital s'améliorant indéfiniment par l'usage, tandis qu'en réalité elle s'épuise par l'usage et deviendrait même stérile si l'on ne maintenait sa productivité par les engrais et l'assolement.

La culture qui, dans les zones tempérées, produit le plus de substances alimentaires pour l'homme, est celle de la pomme de terre. Un champ qui permettrait de nourrir avec ce tubercule vingt hommes, ne fournirait des aliments qu'à cinq ou six hommes s'il était cultivé en céréales et qu'à un seul homme s'il était converti en pâture. Dans les zones tropicales, les savanes sont également au dernier rang sous le rapport de la production. On devrait donc, pour retarder le moment où les vivres viendront à manquer, supprimer non seulement les vignobles, les parcs, les jardins et les cultures d'agrément, mais encore les pâturages et renoncer par conséquent à la nourriture animale, sacrifice qui ne pourrait être imposé à l'humanité sans provoquer sa dégénérescence.

---

(1) *De la propriété,* p. 110 de l'édition belge de 1848.

A la fin du siècle dernier, un ministre anglican, Malthus, frappé de l'inefficacité de la *loi des pauvres*, édictée par la reine Élisabeth, et de la misère croissante de la classe ouvrière en Angleterre, publia son célèbre *Essai sur le principe de la population* (1). Attribuant la misère à l'accroissement trop rapide de la classe ouvrière, il proposa d'en limiter le développement par la *contrainte morale*, qui se réduisait à ceci : la chasteté dans le célibat et le retardement du mariage jusqu'au moment où l'on est à peu près certain de pouvoir entretenir les enfants. Mais ces moyens préventifs furent exagérés et travestis par quelques-uns des disciples de Malthus (2), au point qu'ils jetèrent du discrédit sur sa doctrine, ce qui n'empêcha pas qu'elle ne fût admise par les économistes et les sociologues les plus distingués, notamment par J.-B. Say (3), Stuart-Mill, Broca, Rossi, Darwin, Block, Garnier, Frédéric Passy, de Molinari et Quetelet.

---

(1) Ce livre parut en 1798, vingt-deux ans après qu'Adam Smith eût soutenu que « l'indice le plus sûr de la prospérité d'une nation est l'accroissement rapide de sa population ». Le célèbre économiste vécut assez longtemps pour se convaincre que cela n'est pas toujours vrai. Son propre pays lui en fournit la preuve.

(2) Certains malthusiens préconisèrent des restrictions immorales et humiliantes. Ainsi Stuart-Mill proposa, dans ses *Principles of political economy*, d'éteindre le paupérisme au moyen de la réglementation de la fécondité et de la punition des excès. Récemment, un conseiller du roi de Saxe (Weinhold) recommandait de châtrer annuellement un certain nombre d'enfants (cité par Nitti).

(3) « Le livre de Malthus, dit-il, est rempli de recherches et de raisonnements judicieux, et il a résisté aux nombreuses critiques qu'on a dirigées contre lui, parce qu'il est fondé sur la méthode expérimentale et sur la nature des choses telles qu'elles sont. »

« Le livre de Malthus, dit Rossi, fut dicté par un amour éclairé de l'humanité, mais écrit sous l'inspiration de la terreur et de noirs pressentiments. » Cette disposition d'esprit s'explique par la preuve que croyait avoir trouvée Malthus que la population s'accroît suivant une progression géométrique, tandis que les subsistances ne s'accroissent que suivant une progression arithmétique. En cela il se *trompait*, car l'accroissement de la population varie avec les peuples et leur degré de civilisation, sans suivre de loi, et moins rapidement qu'il ne l'affirmait (1). Ce réformateur, dit Bastiat, n'avait pas compris que « la densité croissante de la population équivaut à une facilité croissante de la production ». Mais cela n'est pas exact non plus, car la facilité de production sera sans effet utile lorsqu'il y *aura* plus de travailleurs qu'il n'en faut pour tirer des terres le maximum de rendement. Alors, au lieu de constater un excédent de production croissant avec la population, on constatera un déficit de production proportionné à l'excédent de population.

On ne peut reprocher à cet économiste que d'avoir attribué la misère qui sévissait dans son pays uniquement à un excédent de population, alors qu'elle provenait en partie d'une mauvaise répartition des richesses (2).

---

(1) Malthus croyait que la population des États-Unis doublerait en vingt-cinq ans; or Leroy-Beaulieu prouve, dans son *Traité d'économie politique* publié en 1896, que cette population n'augmente pas actuellement de plus de 1 à 1 ¼ % par an du chef de son mouvement propre, c'est-à-dire déduction faite de l'immigration. Cet accroissement correspond à peu près au tiers de celui que prévoyait Malthus.

(2) Il n'est pas douteux qu'il peut y avoir de nombreux pauvres là où les subsistances sont égales et même supérieures à la population. Ce fait, résultat d'une mauvaise organisation économique.

Mais Malthus était dans le vrai quand il soutenait qu'un accroissement excessif de la population conduit aux mariages prématurés et d'une grande fécondité, affaiblit l'organisme et fait mourir d'anémie un grand nombre d'hommes. Conseiller de limiter cet accroissement par la contrainte morale était donc faire œuvre de philanthrope. « Le principe de Malthus, dit Leroy-Beaulieu, ne tient pas devant ce fait que la prolificité décroît proportionnellement au développement du bien-être, de l'instruction, des idées démocratiques et nouvelles. » Il perd de vue que si la natalité décroît dans plusieurs États européens et si de ce chef la misère a diminué, c'est parce qu'on y applique plus ou moins la doctrine de Malthus (1). Ainsi en Angleterre, où l'accroissement de la population avait été très rapide de 1798 à 1878, il s'est fortement ralenti après cette dernière date parce que Bradlaugh et M^me^ Besant, partisans de la doctrine de Malthus, ouvrirent une active campagne en faveur de cette doctrine, et obtinrent de grands succès en persuadant la classe ouvrière que la limitation de la population est nécessaire au triomphe du socialisme. Par le fait de cette propagande effrénée, la natalité, qui était de 35.5 °/₀₀ en 1878, est descendue à 30.5 °/₀₀ en 1889. Stuart-Mill, par ses écrits, a aussi contribué à ce résultat.

---

s'est produit en Angleterre dans la période de 1818 à 1848. On doit attribuer à cette même cause les horribles misères qui ont sévi au moyen âge.

(1) L'application en est faite non par les pauvres que visait uniquement Malthus, mais par ceux qui ont des biens meubles ou immeubles, et dont les pratiques sont en partie de celles que condamnait l'austère ministre anglican.

Plusieurs économistes ont combattu la doctrine de Malthus tout en constatant que son application conduit à de bons résultats. Ainsi Spencer et Curey tirent du fait que la civilisation en progressant fait diminuer la natalité, la conclusion qu'il n'est pas nécessaire de recourir à la contrainte morale pour opérer la limitation de la population. L'économiste Nitti fonde cette même conclusion « sur la tendance virtuelle qui porte la population à s'équilibrer avec la production des subsistances, et sur l'individualisation toujours croissante qui devra réduire la natalité à des proportions beaucoup moins considérables que les proportions actuelles». Or, cette réduction, comme celle reconnue par Spencer et Curey, n'est due qu'à la volonté des pères de famille de limiter leur progéniture, ce qui est conforme à la doctrine de Malthus.

Il est à remarquer, du reste, que certains adversaires de cette doctrine soutiennent qu' « on pourra l'appliquer, mais dans deux ou trois siècles au moins (1) ». Ils l'admettent donc comme vraie, mais pour l'avenir seulement.

La limitation de la race humaine n'est, en réalité, que l'application sous une autre forme d'une loi de la nature en vertu de laquelle chaque espèce du règne animal a pour ennemies une ou plusieurs espèces qui en limitent le développement, afin d'empêcher qu'aucune d'elles ne finisse par couvrir toute la terre.

L'homme seul n'a pas à combattre une espèce animale qui le haïsse instinctivement et cherche à le détruire. Son unique ennemi est l'homme lui-même.

---

(1) *Précis d'économie politique*, par A. Leroy-Beaulieu, Paris, 1868.

L'accroissement de la population a été limité dans les républiques de la Grèce par des moyens que la morale et l'humanité condamnent et qui furent cependant approuvés par Platon et Aristote, comme nécessaires à la communauté. Cet accroissement a été entravé aussi, jusque dans les derniers temps, par l'esclavage qui s'oppose à la formation de la famille et abrège la vie des hommes par les mauvais traitements qu'il leur fait subir et les travaux insalubres ou excessifs qu'il leur impose (1).

Des moyens barbares et immoraux sont encore appliqués de nos jours, dans le même but, en Chine (2), dans l'Inde et chez la plupart des peuplades de l'Afrique et de la Polynésie.

Au moyen âge, l'accroissement de la population était entravé par la législation qui limitait le mariage des serfs et par les seigneurs suzerains qui, devant régler le nombre de serfs d'après les besoins et les ressources de leur fief, n'accordaient des permissions de mariage qu'à un nombre restreint de sujets.

Dans plusieurs pays, la législation défendait le mariage aux pauvres. Cette défense n'a été levée en Bavière qu'en 1868 et en Suisse qu'en 1874 (1).

---

(1) Les esclaves sont moins prolifiques que ne l'étaient les serfs du moyen âge, parce qu'il y a plus d'esclaves du sexe masculin que du sexe féminin, et aussi parce que la triste condition des mariés de cette classe leur fait craindre de donner le jour à des êtres qui seront aussi malheureux qu'ils le sont eux-mêmes.

(2) Le docteur Matignon, attaché à la légation française en Chine (voir les *Archives d'anthropologie criminelle* de 1896), dit qu'en Chine l'avortement est passé dans les mœurs au même titre que l'infanticide. Celui-ci, toutefois, ne porte que sur les filles et, dans certaines contrées seulement, sur les mâles chétifs ou difformes. On tue aussi les mâles illégitimes, qui sont peu nombreux à cause des avortements. A Ping-Yang, il y a quelques années, plus de 40 °/₀ des filles étaient supprimées (noyées, étouffées ou enfouies).

Actuellement la limitation de la population rencontre encore de nombreux adversaires. Quelques sociologues la condamnent parce qu'elle est contraire aux desseins de la nature qui a fait de l'homme le seul être produisant sa nourriture par le travail, ce qui lui permet, disent-ils, de se multiplier à l'infini. Mais cette conclusion ne serait fondée que si le rendement des terres pouvait aussi s'accroître à l'infini, ce qui n'est pas possible.

La limitation est condamnée aussi par des théologiens soutenant qu'elle est contraire au précepte religieux : *Croissez et multipliez*, et à la doctrine de saint Jean Chrysostome qui prescrivait le mariage « dès l'âge nubile, afin, disait-il, de procurer la sainteté des mœurs, l'union des familles et de nombreux enfants ». Mais ces théologiens ne considèrent pas que des prescriptions utiles, nécessaires même après le déluge qui avait dépeuplé la terre, et du temps de saint Jean Chrysostome, quand les barbares commençaient à massacrer les populations du Bas-Empire, ne doivent être observées de nos jours et ne devront l'être dans l'avenir que pour autant qu'elles ne nuisent pas à l'humanité qu'aucune religion ne peut vouloir condamner à la misère, conséquence inévitable du déséquilibre entre la population et la production.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que si les sectes chrétiennes primitives honoraient le mariage comme institution, elles préféraient cependant le célibat et cherchaient plus à peupler le royaume des cieux que les royaumes de la terre. « Qui marie sa fille, disait saint Paul aux Corinthiens, fait bien ; qui ne la marie pas fait mieux (1) ! »

---

(1) *La population*, par Van der Smissen, 1895.

La limitation de la population est condamnée également par des socialistes qui reprochent à Malthus de proclamer l'impuissance de l'État à assurer aux hommes une équitable répartition des biens et d'aboutir ainsi à la formule la plus odieuse de l'égoïsme individuel.

« La propriété, dit Henry Georges, est illégitime, entretient la misère et entrave le développement de la population. » Ce réformateur appartient à une école qui prétend pouvoir supprimer la misère, tout en tenant compte du fait que les besoins et les prétentions des classes inférieures augmentent à mesure que la civilisation progresse (2). Aussi ne redoute-t-elle pas les effets d'un accroissement de population qui serait cependant fort rapide sous un régime assurant la subsistance à tous les hommes, affranchissant les pères de famille de la crainte d'avoir trop d'enfants (1) et supprimant les guerres par l'établissement d'une harmonie perpétuelle entre les nations. Malheureusement, cet idéal socialiste n'est pas réalisable.

---

(1) La doctrine chrétienne, enseignant que le bonheur n'est pas de ce monde, a certainement un caractère pessimiste; or le pessimisme met une entrave au développement de la population, de même que la constitution actuelle de la société, qui, étant individualiste, pousse à la décroissance de la natalité.

C'est ce qui explique que l'accroissement de la population est moins rapide chez les catholiques que chez les protestants et les juifs. M. Nitti en cite comme preuve les chiffres suivants : de 1851 à 1864, les 12,365,000 catholiques de l'Europe ont eu un accroissement annuel de 0.48 %; les 52,000,000 de protestants, de 0.98 %, et les israélites, de 1.53 %.

(2) Bien des choses considérées aujourd'hui comme indispensables étaient objets de luxe il y a deux siècles. La classe ouvrière n'avait alors ni café, ni tabac, ni sucre, ni genièvre et un grand nombre de travailleurs n'avaient pas même de chemise. Dans l'Inde et en Chine, il y a encore actuellement des millions d'hommes qui ne se nourrissent que de végétaux.

Si le collectivisme pouvait fonctionner quelque temps, on constaterait bientôt qu'il ne produit pas les effets bienfaisants qu'en attendent ses apôtres. La raison en est que la misère a moins pour cause une organisation défectueuse de la société que les vices des hommes et l'inégalité native de leurs forces et de leur intelligence. Il faut connaître bien peu la nature et l'histoire de la race humaine pour espérer que ces vices et cette inégalité disparaîtront. « Il y aura toujours des pauvres parmi vous », dit l'Évangile. Et, en effet, aucune organisation sociale ne peut assurer la subsistance à des familles dont les chefs refusent de travailler ou dépensent le produit de leur travail dans l'ivresse ou la débauche; ce serait du reste encourager le vice et pousser à la corruption. L'inégalité des conditions durera donc aussi longtemps que l'humanité, parce qu'il y aura toujours des hommes inégalement doués au physique et au moral.

La seule égalité que la société puisse et doive assurer à l'homme est l'égalité dans le droit et la liberté. L'utopie consiste à considérer l'amour et la fraternité comme les seuls ressorts de la production, alors qu'en réalité les plus énergiques stimulants au travail, à l'initiative individuelle et à l'esprit d'invention sont la nécessité pour le père de famille de pourvoir aux besoins des siens et la possibilité d'accroître ensuite son bien-être et sa considération par l'épargne et la propriété. « Rien de plus simple en théorie, dit Garnier, que ce précepte : Vivons en frères; rien de plus difficile à pratiquer... Les hommes sont ainsi faits que les uns exploitent le dévouement des autres et seraient d'autant plus imprévoyants, paresseux, intempérants qu'ils pourraient plus compter sur des frères plus sobres et plus laborieux. »

---

(1) Le communisme, dit l'économiste Dumont, serait prolifique parce qu'il supprimerait chez le plus grand nombre le désir de s'élever. Le même effet se produit dans les castes de l'Inde d'où l'on ne peut s'élever à une caste supérieure, et dans l'empire chinois où le passage à un rang plus élevé est soumis à des épreuves que bien peu d'hommes consentent à subir ou sont en état de subir.

Les sociétés communistes de l'antiquité n'ont pu se maintenir, dit Nitti, qu'en limitant la natalité.

Ce n'est donc pas le collectivisme qui résoudra la difficulté d'assurer des moyens d'existence aux hommes, quel que soit leur nombre. Il ne pourra qu'en rendre la solution plus difficile ou pour mieux dire impossible. C'est ce que comprenait le socialiste Adolphe Wagner quand il disait : « Aucun système socialiste ne peut durer s'il ne commence par limiter les naissances (1). »

Cette limitation n'est possible qu'à la condition de morceler de plus en plus la propriété, parce qu'un grand nombre de propriétaires désirent n'avoir que un ou deux enfants, les uns pour ne pas faire descendre leur famille du rang qu'elle occupe dans la société, par la division de leur bien, les autres pour la faire monter d'un rang, par l'accroissement de ce bien au moyen du travail et de l'épargne, ce qui constitue le phénomène de la *capillarité*

---

(1) *Grundlegung der politischen Oekonomie*, Leipzig, 1873.

sociale. Or, la population doit nécessairement décroitre lorsqu'il y a par famille moins de trois enfants, deux pour remplacer les parents, et un pour faire face à l'enfant qui viendrait à mourir avant l'âge nubile.

L'influence de la propriété sur la natalité est constatée par ce fait que les familles qui n'ont pas de biens immeubles : celles des pauvres, des ouvriers, des pêcheurs et des fermiers, sont d'une grande fécondité, les unes parce qu'elles comptent sur l'assistance publique ou sur des réformes sociales dont elles attendent une amélioration de leur sort, les autres parce que les enfants sont des aides qui augmentent le produit de leur travail.

Les faits et les considérations que je viens d'exposer prouvent que les maux résultant du débordement de la population sur la production ne peuvent être évités que par l'application des idées de Malthus et le concours des causes inévitables de destruction dont la principale est la guerre.

Cette situation a été appréciée dans les termes suivants par notre savant économiste Émile de Laveleye : « Les hommes trop nombreux seront-ils réduits, faute de vivres, à s'entre-dévorer ? Non, notre race trouvera son salut dans le véritable progrès qui peut se résumer en ces mots : plus de lumière, plus de vertu, plus de justice. Plus de lumière fera prédominer la vie de l'esprit sur celle de la brute qui est en nous. Plus de vertu produira plus de continence et plus de prévoyance. Plus de justice enfin, assurant à chacun pleine possession de son travail, généralisera la propriété, antidote éprouvé contre l'excès de multiplication de notre espèce. »

Si le moyen d'entraver le développement de la population par la division de la propriété était rendu impossible par une réforme sociale, ou si la limitation volontaire était condamnée par la religion ou la morale, c'est à la guerre et aux autres causes de destruction qu'il faudrait recourir. Or, la guerre est généralement considérée comme un fléau dont le progrès des mœurs et des idées délivrera l'humanité. C'est un fléau sans doute, mais inévitable comme les tremblements de terre, les irruptions volcaniques et les cyclones, avec cette différence qu'au lieu d'être funeste comme ceux-ci, il est au contraire utile, nécessaire même, à titre d'agent de progrès et de régénération.

La guerre a sa source dans la nature humaine, car l'homme est un combattant. L'instinct de la combativité et de la destructivité se manifeste chez lui dès son jeune âge. Sa cruauté naturelle lui fait aimer la guerre, la chasse, les jeux où l'on verse le sang des bêtes et expose la vie des joueurs. Cela est si vrai que jamais on ne verra des soldats se mettre en grève sur un champ de bataille, où un grand nombre d'entre eux auront à verser leur sang ou à perdre la vie; et cependant si, à ces mêmes soldats, redevenus ouvriers après leur temps de service, on impose une réduction de salaire même peu importante, ils refuseront de travailler et se porteront peut-être à des actes de rébellion.

Le progrès des idées et des mœurs ne ferait donc disparaître la guerre que s'il modifiait la nature humaine, ce qui n'est pas en son pouvoir. « L'état de guerre commence, dit Montesquieu, dès que les hommes sont en société. » On ne doit pas le déplorer, car la civilisation est sortie des luttes qui ont accéléré, à toutes les époques, la marche de l'humanité.

Le philosophe Hegel, contemporain des guerres de la

République et de l'Empire français, qui ont coûté la vie à cinq millions d'hommes, apprécie la guerre dans les termes suivants : « Elle donne du relief à notre vertu, et y met le sceau; elle retrempe les nations que la paix a amollies, consolide les États, éprouve les races, communique à tout, dans la société, le mouvement, la vie, la flamme! »

Après les guerres médiques commença pour la Grèce le grand mouvement politique, littéraire, philosophique et artistique que personnifient Périclès, Eschyle, Sophocle, Euripide, Pindare, Thucydide, Socrate et Phidias.

Aucun grand progrès dans l'ordre politique et social n'a été réalisé sans le concours de la guerre. Ce sont les armées de la féodalité qui ont repoussé les barbares vainqueurs du Bas-Empire et qui, plus tard, ont préservé l'Europe de la domination des musulmans. L'affranchissement des communes, la constitution de l'unité nationale et l'abolition de l'esclavage sont l'œuvre de la civilisation s'appuyant sur les armées. Les libertés civiles et politiques conquises et proclamées par la Révolution française, ne se seraient pas répandues dans le monde si les forces qui s'opposèrent à leur expansion n'avaient été vaincues par les armées de la République et de l'Empire. Jamais l'activité intellectuelle de l'Europe dans le domaine des sciences, de l'industrie et du commerce n'a été plus vive et l'esprit d'entreprise plus général, plus hardi, qu'après ces grandes guerres du commencement de notre siècle. Jamais aussi de plus merveilleux résultats n'ont été obtenus.

Tout récemment un fait remarquable a permis de constater l'utile influence qu'une guerre même malheureuse peut exercer sur les destinées d'un peuple. La Chine, dont l'état social n'a pas varié depuis mille ans, est sortie de sa léthargie et va se mettre en marche, uniquement parce que son armée et sa flotte ont été battues et son territoire envahi par les Japonais. Avant peu elle aura des chemins de fer, des lignes télégraphiques, des câbles sous-marins, des établissements et des institutions qui la feront entrer dans des voies où elle refusait de s'engager avant ses salutaires désastres. Cet immense empire, dont la population dépasse celle de l'Europe, serait donc resté immobile, sans force, sans influence, sans utilité dans le monde, s'il n'avait passé par l'épreuve civilisatrice et régénératrice de la guerre. Ce prétendu fléau est en réalité, comme le dit Renan, « une des conditions du progrès ».

La civilisation ne diminue ni les risques de la guerre ni les maux qu'elle entraîne. On peut même dire qu'elle pousse au développement des armées, car sans les progrès réalisés dans le domaine des sciences et de l'industrie, progrès auxquels nous devons les bateaux à vapeur, les chemins de fer, les télégraphes et les procédés de conservation des aliments, il serait impossible de faire marcher, combattre et subsister des armées de plusieurs centaines de mille hommes. Les pertes que ces grandes armées feront subir à l'humanité seront énormes, à cause de la puissance de leur armement et de l'impossibilité d'arriver au dénouement d'une bataille avant plusieurs jours de combat. A Leipzig, où Napoléon eut à combattre 300,000 alliés avec une armée de 150,000 hommes, la lutte ne cessa qu'à la fin du quatrième jour, et cependant cet ensemble de forces ne représente que le tiers de celles qui se trouveront en présence sur les futurs champs de bataille de l'Europe.

Parmi les causes qui viendront en aide aux armées, pour entraver le développement de la population, se trouve l'alcoolisme, « un fléau plus redoutable, dit Gladstone, que la peste, la famine, le choléra et la guerre ».

Une cause secondaire, concourant au même résultat, est le *féminisme,* qui est appelé à prendre un grand développement et dont les effets se sont déjà fait sentir dans la Nouvelle-Zélande, l'Australie du Sud et une partie des États-Unis. Dans la Nouvelle-Zélande, la natalité, qui était de 40 °/₀₀ en 1871, est descendue à 27 °/₀₀ en 1895. Cette décroissance provient de ce que les femmes, employées aux mêmes travaux que les hommes, sont peu disposées à se marier et redoutent, quand elles ont renoncé au célibat, les charges de la famille.

Mais ces diverses causes de limitation de la population n'empêcheront pas que celle-ci ne déborde finalement sur la production, alors même qu'on augmenterait considérablement l'étendue des terres arables du globe et le rendement de ces terres.

Les économistes les plus rassurants dans leurs prévisions sont obligés d'en convenir, mais ils jugent inutile d'appeler l'attention de leurs contemporains sur ce qui arrivera quand cette situation se présentera.

« Il est bon, dit Leroy-Beaulieu, que le nombre des hommes augmente dans une certaine mesure. Évidemment cet accroissement ne pourra pas se poursuivre pendant la durée indéfinie des siècles, puisque, si modeste fût-il, au bout de cinquante ou cent siècles, il finirait par transformer la terre en une fourmilière. Mais nous n'avons charge de nous inquiéter de ce qui se passera dans cinquante ou cent siècles, ni même dans dix siècles, et il suffit que notre prévoyance s'étende à une couple de centaines d'années (1). »

Le savant économiste considère deux cas : celui où l'homme continuerait à vivre sans modifier son régime alimentaire et où l'agriculture resterait à peu près dans l'état où elle est actuellement; et celui où l'homme, pour faire produire à la terre le maximum de céréales, convertirait les pâturages en terres arables, renoncerait à la nourriture animale et ferait faire à la culture des progrès qui augmenteraient considérablement le produit des champs.

Dans le premier cas, « il serait possible, dit-il, de tripler la population du globe sans qu'on pût vraiment soutenir qu'il y eût encombrement, à condition de la déverser sur tous les points de la terre, en raison de leurs facultés productives (2) ». Dans le second cas, le monde ne pourrait nourrir plus de 10 à 12 milliards d'habitants (3).

L'humanité se trouve donc fatalement acculée à ce dilemme : entraver son développement par des moyens préventifs et des moyens de destruction, ou se résigner à voir cet effet se produire par la misère, en vertu du principe que la population se proportionne toujours aux moyens de subsistance.

Levasseur espère que les pays fortement peuplés échapperont à cette cruelle limitation en suivant l'exemple de son pays, où le paupérisme décroît par l'effet de la diminution de la natalité, conséquence du morcellement du sol et de l'accroissement des richesses.

---

(1) *Traité pratique et théorique d'économie politique,* t. IV, p. 634.

(2) *Traité pratique,* etc., t. IV, p. 531.

(3) *Traité pratique,* etc., t. IV, p. 540.

« Nous inclinons à penser, dit-il, que plusieurs nations, probablement parmi les plus denses et les plus riches, verront quelque jour, comme la France, leur croissance se ralentir d'une manière continue, et le mouvement de leur population se rapprocher de l'état stationnaire; peut-être à cette époque, si l'esprit européen n'est plus hanté par le cauchemar de la guerre, les démographes s'accorderont-ils à louer ce ralentissement comme un grand progrès de la prévoyance humaine. »

La guerre et le cauchemar qu'elle provoque ne pouvant disparaître et les grands États ayant tout intérêt à voir leur population s'accroître, l'exemple de la France ne sera pas suivi si tôt et l'idéal du savant démographe ne se réalisera que dans un avenir lointain, s'il doit se réaliser jamais. Il avoue du reste, dans un autre passage de son livre, que « la population de la France s'accroît trop lentement pour maintenir son rang dans l'échelle des populations européennes ». La même opinion a été exprimée par Leroy-Beaulieu : « La stagnation de la population, dit-il, n'est pas seulement pour la France une cause incontestable d'infériorité, tant politique qu'économique, mais aussi une cause d'amollissement... L'enfant unique est entouré d'une tendresse si pusillanime, de soins si minutieux, que la trempe de son caractère s'en trouve fort affaiblie et que l'esprit d'entreprise chez lui tend à disparaître (1). » C'est la principale cause de l'infériorité des Français comme peuple colonisateur.

---

(1) *L'économiste français,* n° du 15 août 1896.

Les familles allemandes et anglaises ne craignent pas d'exposer quelques-uns de leurs enfants aux privations et aux dangers de l'exploitation industrielle et commerciale dans les pays tropicaux ou de la recherche de débouchés nouveaux dans des contrées barbares encore inexplorées.

Lorsque la ressource de l'émigration fera défaut aux nations prolifiques et que toutes suivront l'exemple de la France, l'humanité arrivera à une situation stable dont elle n'aura pas à se féliciter, car le déséquilibre entre la population et la production est, d'après Darwin, « le moteur le plus puissant du progrès, l'auteur bienfaisant de l'évolution sociale ». Et en effet, la lutte pour l'existence sera d'autant plus vive et acharnée que l'excédent de population sera plus grand.

Si la limitation volontaire de la population et les causes inévitables de destruction parvenaient à préserver l'humanité de cette lutte et de la limitation forcée qu'elle entraîne, la principale source du progrès se tarirait. La plupart des économistes sont convaincus que les idées philanthropiques feront préférer cette solution à celle qui accélérerait la marche de l'humanité au prix de la mort d'un grand nombre de misérables.

Leroy-Beaulieu évite de s'expliquer sur les conséquences de l'état de stagnation qu'il prévoit. Voici ses paroles; elles expriment plutôt la crainte que le désir de voir réaliser sa prévision : « On dira : l'inégalité entre l'accroissement de la population et l'accroissement des forces productives du sol finira par être un jour le grand obstacle que rencontrera l'humanité. Oui, certes, nous l'admettons. Selon la parole de Stuart-Mill, « il y aura » une inévitable nécessité de voir le fleuve de l'industrie

» humaine aboutir en fin de tout à une mer stagnante ». Mais quoi ! si quelques dizaines de siècles nous séparent de ce temps fatal, ne pouvons-nous mettre notre esprit en repos ? »

Bien que « quelques dizaines de siècles » ne constituent qu'une courte période dans la durée de l'humanité, on comprend que la génération actuelle ne s'inquiète pas de ce qui arrivera dans un temps si éloigné ; mais l'homme d'État, l'économiste, le sociologue et le philosophe, dont les prévisions et la sollicitude doivent s'étendre aux générations futures, ne partageront pas cette égoïste indifférence. Ils reconnaîtront que la guerre et les autres causes d'accroissement de la mortalité ne pourront pas seules empêcher le débordement de la population, et que celle-ci devra par conséquent être limitée volontairement pour éviter les maux résultant d'un accroissement excessif de la race humaine.

Cette nécessité est cependant contestée encore par les économistes qui soutiennent avec Rümelin, mais sans appuyer leur opinion d'aucune preuve, que « le problème de la population se résoudra de lui-même ». Elle est contestée aussi par ceux qui échappent à toute discussion en affirmant que la Providence saura préserver l'humanité des maux que la science déclare inévitables (1). Elle est contestée enfin par ceux qui disent avec Spencer : « Quand le globe sera entièrement habité, quand il sera cultivé aussi bien qu'il peut l'être dans toutes ses parties habitables, quand l'intelligence et les sentiments nécessaires à la vie sociale se seront développés, l'abondance de la population aura accompli sa mission et cessera graduellement (1). »

---

(1) « Dieu, dit Luther, crée les enfants et les nourrira. »

Mais l'éminent sociologue ne nous apprend pas comment l'abondance de la population pourra cesser graduellement, si l'on n'applique pas les idées de Malthus, dont il combat la doctrine.

La nécessité de cette application est contestée par ceux qui espèrent que la science créera de nouvelles substances alimentaires, en dehors du règne végétal et du règne animal. Puisque, disent-ils, elle est parvenue à extraire, des minéraux, la glucose et des corps gras, pourquoi n'en extrairait-elle pas aussi la matière du blé qui se compose d'amidon, de cellulose et de gluten, dont les éléments constitutifs sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote?

L'espoir de ces économistes est fondé sur le témoignage d'un célèbre chimiste français, M. Berthelot, qui s'est exprimé comme suit au banquet donné en avril 1894 par la Chambre syndicale des produits chimiques :

« En l'an 2000, il n'y aura plus dans le monde ni agriculture, ni pâtres, ni laboureurs : le problème de l'existence par la culture du sol aura été supprimé par la chimie! Il n'y aura plus de mines de charbon de terre et d'industries souterraines, ni par conséquent de grèves de mineurs! Le problème des combustibles aura été supprimé par le concours de la chimie et de la physique. Il n'y aura plus ni douanes, ni protectionnisme, ni guerres, ni frontières arrosées de sang humain! La navigation aérienne aura relégué ces institutions surannées dans le passé. Nous serons alors bien près de réaliser les rêves du socialisme. »

---

(1) Résumé de la doctrine de Spencer donné par Nitti dans son livre sur la population.

Le savant qui nous fait cette prédiction n'est-il pas lui-même sous l'influence d'un rêve, et croit-il parler sérieusement quand il nous dit : « Tout se passera comme je l'annonce, pourvu que l'on réussisse à découvrir une chimie spirituelle qui change la nature morale de l'homme aussi profondément que notre chimie transformera la nature matérielle. »

Cette chimie matérielle, M. Berthelot la connaît mieux que personne, mais l'illustre savant n'a pas encore trouvé et ses successeurs ne trouveront pas non plus cette merveilleuse chimie spirituelle, devant transformer complètement la nature humaine qui n'a pas subi la moindre modification depuis les temps historiques. Quant aux grands progrès à réaliser dans l'ordre matériel, aucun ne semble impossible à M. Berthelot. « Le jour, dit-il, où l'énergie sera obtenue économiquement, on ne tardera pas à fabriquer des aliments de toutes pièces avec le carbone emprunté à l'acide carbonique, avec l'hydrogène et l'oxygène pris à l'eau, avec l'azote tiré de l'atmosphère. »

On sera alors obligé de trouver mieux que le charbon, qui produit la vapeur, mais dont la proportion va sans cesse en diminuant. « Or, le principe de cette invention, dit M. Berthelot, est facile à concevoir : il faut utiliser la chaleur solaire ; il faut utiliser la chaleur centrale de notre globe. Cette dernière sera captée en creusant des puits de 3,000 à 4,000 mètres de profondeur, ce qui ne surpasse peut-être pas les moyens des ingénieurs actuels, et surtout ceux des ingénieurs de l'avenir..... L'eau atteindrait au fond de ces puits une température élevée et développerait une puissance capable de faire marcher toutes les machines possibles. »

Quand la chimie aura accompli dans le monde cette révolution, « il n'y aura plus, affirme le savant chimiste, ni champs couverts de moissons, ni vignobles, ni prairies remplies de bestiaux, l'homme gagnera en douceur et en moralité, parce qu'il cessera de vivre par le carnage et la destruction des créatures vivantes. Il n'y aura plus de distinction entre les régions fertiles et les régions stériles. Peut-être même que les déserts de sable deviendront le séjour de prédilection des civilisations humaines, parce qu'ils seront plus salubres que ces alluvions empestées et ces plaines marécageuses engraissées de putréfaction qui sont aujourd'hui le siège de notre agriculture... La terre deviendra un vaste jardin arrosé par l'effusion des eaux souterraines et où la race humaine vivra dans l'abondance du légendaire âge d'or. »

Ce beau rêve est aussi peu réalisable que la prophétie d'Isaïe annonçant qu'un jour viendra où le veau et l'ours paîtront dans les mêmes pâturages et où le lion mangera de la paille comme le bœuf.

La vérité, dégagée de toute illusion, est donc celle-ci : Ou bien l'humanité, limitée dans son développement par les causes inévitables de destruction et par la contrainte morale, aboutira à un état de stagnation qui tarira la principale source du progrès, ou bien elle s'accroîtra librement, puisera sans cesse de nouvelles forces dans la lutte pour l'existence et se résignera à voir disparaître prématurément et misérablement ceux qui succomberont dans cette lutte.

Ne pouvant éclairer les hommes de l'avenir sur les effets de la solution qui l'emportera, je me bornerai à dire aux hommes du présent, sous forme de conclusion : Félicitons-nous d'être venus au monde dans le siècle de la vapeur et de l'électricité, de ces merveilleux agents qui ont développé si rapidement le commerce et l'industrie, sources de bien-être et de prospérité ; dans ce siècle où l'on peut encore se marier sans avoir de sombres préoccupations, où l'on n'est pas encore obligé, pour augmenter la production, de supprimer les vignobles, les jardins et les parcs d'agrément et de renoncer à la nourriture animale ; dans ce siècle où la chimie n'a pas encore fait les progrès annoncés par M. Berthelot, qui auront pour résultat de supprimer toute distinction entre les terres fertiles et infertiles et d'engager les hommes à choisir les déserts comme lieux d'habitation ; dans ce siècle, enfin, où l'on n'en est pas encore réduit à se contenter de ce menu de l'éminent chimiste français : « Une petite tablette de matière azotée, une petite motte de matière grasse, un petit morceau de fécule ou de sucre et un petit flacon d'épices, le tout exempt de microbes pathogènes. »

Oui, félicitons-nous d'appartenir à ce siècle de lumière, de tolérance et de liberté, — que nos descendants appelleront *le grand siècle,* — où il y a encore assez de place au banquet de la vie pour que tous puissent s'y asseoir, si nous voulons bien nous serrer un peu et nous entr'aider.

La géographie physique et la géologie;

par Ch. de la Vallée Poussin, associé de l'Académie.

Invité à faire une lecture à la séance publique de la Classe des sciences de l'Académie, il m'a paru que mes savants confrères s'intéresseraient à quelques considérations concernant les rapports devenus de plus en plus intimes entre la géographie physique et la géologie dans la science de notre temps. Parmi ces relations, il en est qui furent saisies de bien bonne heure; car, dès l'antiquité, les Grecs avaient compris les conséquences de certains phénomènes physiques pour la transformation progressive des contrées, et signalé l'instabilité de ce qui apparaît le plus stable. En voici un exemple classique.

Hérodote, qui avait visité la vallée du Nil et conféré avec les prêtres du pays, nous enseigne que les plaines fertiles de la Basse-Égypte sont le produit des alluvions accumulées de siècle en siècle par le grand fleuve. Il ajoute que ces alluvions comblèrent un golfe de la Méditerranée qui s'étendait primitivement au midi beaucoup au delà du lac Mœris. Il compare ce golfe antique à la mer Rouge, et il calcule le temps nécessaire au comblement de cette dernière mer, si le Nil, se détournant à l'est, y portait désormais ses alluvions (1). Quand il écrit ces choses, Hérodote observe et raisonne exactement comme nous le faisons à l'heure actuelle.

---

(1) Hérodote, liv. II, 10, 11.

Le même esprit d'observation se révèle çà et là chez les philosophes et les géographes anciens, à propos des divers modes de formation des îles, de la modification séculaire des rivages, de la transformation d'un fond marin en terre ferme et réciproquement.

Dans nos temps modernes et avant notre siècle, les questions du même ordre ont préoccupé un grand nombre de naturalistes. Kircher, Steno, Guettard, Buffon, Giraud-Soulavie, De Luc, Werner (1), pour ne citer que peu de noms, ont cherché à rattacher telle ou telle forme topographique aux causes physiques capables de les produire. Leurs explications sont parfois judicieuses. Mais les conceptions hypothétiques avaient le dessus; les recherches manquaient de suite; les causes vraiment agissantes n'étaient pas envisagées d'assez près.

Pour trouver la méthode efficace, il faut, semble-t-il, en venir au père de l'école écossaise en géologie, à James Hutton, qui, dès 1785, dans une séance de la Société royale d'Édimbourg, lisait à quelques amis un mémoire où le rôle de l'atmosphère et des eaux sur le modelé toujours changeant du globe était apprécié avec une justesse admirable (2). Alexandre de Humboldt lui-même, si grand maître dans la physique du globe, en percevait moins bien les conséquences sur le relief continental.

---

(1) On doit signaler notamment les vues exprimées par Guettard sur la dénudation continentale. (*Mémoire sur différentes parties de la physique,* t. III, p. 223. Paris, 1774) Mais l'auteur français n'en avait pas poursuivi les conséquences comme le fit Hutton quelques années plus tard.

(2) *Theory of the Earth.* (TRANS. OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH, t. I.) Conf. : *James Hutton et la géologie de notre temps.* (REV. DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1891.)

C'est l'école de Hutton et de ses disciples qui a ouvert nos yeux sur la portée géologique des actions physiques qui nous entourent, actions lentes le plus souvent, mais plus ou moins constantes et générales, et dont l'efficacité est presque sans limites, si l'on accorde un temps suffisant. Ils indiquaient ainsi le chemin qu'il faut prendre pour arracher le secret des transformations géographiques, et relier sans trop d'erreur le présent de la Terre à son passé.

Les agents modificateurs de la surface du globe, beaucoup mieux étudiés qu'autrefois, se prêtent à la solution de problèmes géographiques autrement complexes que celui traité par Hérodote. Si ces agents sont les facteurs qui ont donné la dernière main au monde que nous habitons et que décrit la géographie, leur empreinte doit être reconnaissable sur tous les points de la surface où l'homme n'est pas intervenu directement. Démêler ces empreintes, les rapporter à leurs causes, telle est la tâche de l'étude qui nous occupe.

Pour aboutir, elle doit faire appel à diverses branches du savoir. On doit posséder la figure exacte des contrées; connaître dans une certaine mesure et comprendre leur structure géologique, et finalement apprécier la nature et la valeur des puissances dynamiques qui travaillent la superficie du globe. De grands pas ont été faits de notre temps dans toutes ces directions.

Et d'abord, cette forme extérieure et dernière du globe, avec ses mers et ses continents, ses plateaux et ses vallées, ses plaines basses et ses rivières, dont on essaie d'expliquer la genèse, il en faut avant tout connaître la configuration. Par l'absence des documents et aussi par le manque de méthode, la plupart des anciennes cartes de géographie sont d'un usage très restreint au point de vue physique. Les divisions et subdivisions politiques, les itinéraires, le nom des localités encombrent le canevas qui ne renseigne pas sérieusement les inégalités du sol continental. Une révolution s'est opérée. L'explorateur et le géographe ne sont satisfaits que quand les coordonnées d'un point sont accompagnées des chiffres de son altitude. On n'a épargné ni les voyages, ni les mesures, ni les calculs pour beaucoup de contrées dont on possède le levé sensiblement exact. Je suis heureux de citer la Belgique avec les cartes terminées de l'Institut militaire, aux échelles du 20 000^e et du 40 000^e, accompagnées de courbes équidistantes de niveau très rapprochées les unes des autres. Comme un exemple entre beaucoup d'autres du parti que l'on peut tirer des cartes donnant les altitudes positives et négatives relativement au niveau de la mer, nous rappellerons les recherches aussi intéressantes que décisives de M. Mac Gée sur les grandes oscillations subies par la plaine maritime des États-Unis depuis l'ère tertiaire (1).

Même les cartes actuelles des régions très éloignées, ou moins avancées et dressées à petite échelle, dénotent la préoccupation scientifique des auteurs. Si l'on consulte les bons atlas généraux, on admire le soin donné à l'orographie et à l'hydrographie des divers continents. On mesure le progrès accompli si l'on compare, par exemple, les premières éditions de l'atlas de Stieler avec celle de 1890, ou le grand atlas encore inachevé de Vivien de Saint-Martin avec l'atlas célèbre autrefois de Lapie.

---

(1) Voir le grand mémoire : *The Lafayette formation*, par M. M'Gée. (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 12^e Rep., t. I, pp. 347-521) et les cartes attenantes, à l'échelle du cinq-millionième.

Rappelons aussi les recherches récentes de sondage et de draguage opérées à toutes profondeurs dans les bassins marins. Elles nous ont appris, du moins dans ses traits généraux, la topographie du fond des océans et des mers intérieures. Il est devenu possible de comparer dans une certaine mesure les reliefs sous-marins aux reliefs continentaux, et d'y lire des analogies et des contrastes très suggestifs dans la grave question de l'ancienneté des continents.

Cette représentation plus vraie que nous nous formons de la morphologie terrestre peut écarter, par elle seule, des hypothèses ingénieuses soutenues jadis par des savants célèbres. Ce n'est pas sans raison que M. E. de Margerie a remarqué que la théorie des fuseaux sphériques d'écrasement invoquée par Élie de Beaumont pour classer ses systèmes de montagnes, n'eût pas comporté les développements inutiles que lui donna l'auteur s'il avait eu en mains nos documents cartographiques.

De son côté, la géologie a centuplé ses richesses durant la seconde moitié de notre siècle, les travailleurs constituant une petite armée dispersée dans tous les continents. Le théâtre de l'investigation étendu à tant de régions différentes a fait retrouver partout les systèmes stratigraphiques établis primitivement sur les données fournies en un coin de l'Europe, parce qu'ils sont reconnaissables à distance, par l'évolution graduelle et générale des organismes fossiles qu'ils renferment. Ces systèmes comportent néanmoins des variations régionales auxquelles on ne s'attendait pas : variations graves, parfois embarrassantes, mais éminemment instructives, puisqu'elles répondent aux conditions physiques qui présidèrent à la formation des dépôts. L'interprétation de ces variantes amène naturellement l'observateur à scruter des facies pélagiques, littoraux, lagunaires et d'eaux saumâtres, continentaux, glaciaires, volcaniques, tous susceptibles d'apparaître à un même niveau de l'échelle des terrains. En cherchant à les raccorder les unes avec les autres, on entrevoit peu à peu l'emplacement de l'Océan et des mers intérieures, la configuration des côtes, la distribution des chaînes de montagnes, parfois celle des lacs et des rivières, en un mot la physionomie de la surface en un temps reculé de l'histoire de notre Terre. Les draguages pratiqués de notre temps au fond des océans Atlantique, Pacifique, Indien, et de la plupart des mers intérieures, apportent ici leur part de renseignements utiles. Ils ont conduit à classer les dépôts marins actuels comme terrigènes ou comme océaniques, distinction importante, qui projette ses conséquences dans l'analyse des dépôts plus anciens, puisqu'elle fournit une sorte de critère pour supputer à quelle profondeur bathymétrique, à quelle distance de la côte ces dépôts se sont formés.

En s'étendant de la sorte, le champ de l'observation a soulevé, comme on voit, des questions nouvelles, imposé un examen de plus en plus approfondi de la structure du sol et du sous-sol, et il s'en est suivi plus d'une rectification des idées auparavant acceptées sur la nature et la marche des agents de transformation. Parmi ces découvertes de notre temps, qui éclairent d'un jour nouveau les formes géographiques, il faut, selon nous, ranger au tout premier plan celle du rapport existant entre les zones terrestres à couches plissées et converties en chaînes de montagnes, d'une part, et les massifs stables et rigides contre lesquels les premières ont été refoulées et froissées par une poussée latérale. Il en résulte que ces massifs résistants, représentés généralement par les plates-formes et les grands plateaux de nos continents, sont précisément côtoyés par les plus hautes chaînes de montagnes. Le mode de distribution des traits orographiques qui dominent la surface de notre planète rencontre donc ici son explication. Les orientations variées, les liaisons, les grandes bifurcations de l'Atlas, des Pyrénées, des Alpes et des Apennins, des Carpathes, des Balkans, du Caucase, de l'Indou-Koh, de l'Himalaya avec ses divergences vers la Chine, l'Indo-Chine et l'Insulinde, des Montagnes Rocheuses, de la Sierra-Nevada, de la Cordillère des Andes, se trouvent ainsi justifiées pour la première fois! Ed. Suess, l'homme de génie à qui appartiennent ces vues magistrales, confirmées par les études de détail, n'a pas méconnu la part dévolue à l'affaissement dans ces grands mouvements de terrains. Ces affaissements sont impliqués dans l'interruption brusque de certaines chaînes, comme dans la disparition partielle ou totale de plusieurs massifs, actuellement ensevelis sous les mers. L'abaissement d'un paquet de roches le long des failles avait été noté des milliers de fois, mais l'extension que le phénomène peut prendre avait échappé aux observateurs, et l'on ne se doutait pas naguère qu'il fallût rattacher à des effondrements les fosses profondes et beaucoup de découpures des mers intérieures de l'Europe, de l'Amérique, de l'Asie et de l'Océanie. Après quoi il est permis de se demander si la chute verticale des compartiments de l'écorce n'égale pas les redressements sous forme de bourrelets montagneux dans le dessin présent du globe (1).

---

(1) Conf. sur ce point : E. Kayser, *Lehrbuch der Geologie*, Erst Th., pp 422-428, 1893.

Nous avons assisté, depuis une vingtaine d'années, à plusieurs de ces modifications des doctrines géogéniques, imposées par le progrès des connaissances et dont les corollaires portent directement sur la géographie physique. Un résultat bien acquis à la science, c'est la prépondérance de la dénudation continentale sur l'érosion côtière dans les modifications de la terre ferme, prépondérance qui échappait au coup d'œil de Lyell. Un autre résultat très moderne de l'investigation en Europe comme en Amérique, c'est le rôle capital réclamé par les glaciers proprement dits au détriment de celui des glaces flottantes dans la formation des immenses terrains de transport qui recouvrent le nord des deux continents, et, chez les glaciers eux-mêmes, l'action puissante d'un terme à peine aperçu des premiers glaciéristes, la moraine profonde, à qui l'on doit faire appel pour rendre compte de la composition et de la structure du sol en Scandinavie, en Allemagne, en Écosse, au Canada et aux États-Unis, pour les territoires contigus aux grands lacs.

Il en est de même avec l'action géologique des courants de l'atmosphère. On savait depuis des siècles que les vents transportent les cendres volcaniques à d'énormes distances et qu'ils entassent des montagnes de sable au milieu des déserts ou le long de certaines côtes; et l'on s'en tenait là. L'idée de leur attribuer un rôle très actif dans la formation des nappes de terres meubles, qualifiées de limon, terres suffisamment perméables, parfaitement appropriées au développement des plantes sous un ciel favorable, et qui recouvrent des millions de kilomètres carrés dans l'ancien et le nouveau continent, cette idée, il y a peu d'années encore, était étrangère aux théories géologiques. A la suite de l'exploration de l'Asie centrale par M. de Richthofen, on a saisi pour la première fois la valeur du transport aérien de la poussière dans l'économie du globe. Appelées de siècle en siècle par les vents d'est et de nord-est dans le bassin du Hoang-Ho, les nuées poussiéreuses l'ont revêtu, sur une énorme épaisseur, de ces fameuses *terres jaunes* qui l'emportent en fertilité sur les terres d'alluvion. Des raisons que nous n'avons pas à rappeler ici décèlent également l'intervention aérienne dans la formation d'une grande partie des limons de l'Europe centrale et occidentale et des deux Amériques (1).

En possession d'idées plus justes sur le mécanisme des changements physiques, les géologues sont plus assurés de leurs inductions quand, après en avoir étudié l'anatomie, ils entreprennent l'histoire d'une région naturelle. Ils apportent ainsi à la géographie savante la méthode et les données qui permettent à cette science de remonter à l'origine des choses qu'elle se contentait de décrire. C'est pourquoi les livres traitant de la géographie physique publiés en Allemagne par Supan, par Günther, par Penck, renferment des chapitres étendus qui seraient à leur place dans un traité de géologie. Le beau livre publié récemment par M. de Lapparent, sous le titre de *Leçons de géographie physique*, est à bien des égards l'œuvre d'un géologue.

Amenée à donner la vraie signification des faits géographiques sur toute la surface du monde, la géologie s'engage dans une carrière pleine de grandeur, mais hérissée de difficultés, et qui réclame plusieurs générations de savants. L'ampleur du domaine à conquérir n'en est pas l'unique raison. Sans insister sur la modification probable de plusieurs de nos vues théoriques au cours d'un inventaire général de la surface des continents, l'application pure et simple des influences dynamiques scientifiquement établies à l'évolution physique d'un pays exigera maintes fois du naturaliste autant de sagacité que de patience, même lorsqu'il se borne aux dernières phases du globe. La difficulté réside dans la superposition des matériaux nouveaux aux matériaux d'ancienne date dans tout territoire. Pour éclaircir l'origine et la disposition présente des uns et des autres, on doit communément s'adresser à des facteurs très divers et susceptibles des plus graves oscillations. Car si l'observation des phénomènes actuels est la base de nos inductions les plus certaines, il n'est pas moins avéré que chaque cause modificatrice de la topographie peut changer singulièrement de direction ou d'intensité avec le temps dans le même lieu. Il en découle que l'on ne commente souvent les caractères les plus saillants d'une contrée qu'en partant d'influences très opposées, parmi lesquelles il en est d'entièrement disparues.

---

(1) Conf. Berghaus, *Physikalischer Atlas*, 2e Auf., Nr 4 : Erodierte aeolische Aufschüttung.

Le voyageur qui contemple la physionomie du Sahara algérien, sous son ciel sans nuages balayé par les vents du nord, se rend un compte immédiat de l'absence de végétation, comme de la présence et de l'alignement des dunes de sables; mais sous de telles conditions climatologiques, il ne s'explique ni la présence d'alluvions desséchées, ni les larges couloirs qui découpent les plateaux, ni le prolongement de ces mêmes plateaux sous forme de buttes isolées et grandioses s'élevant çà et là dans le désert : accidents qui constituent autant de témoins d'un régime très humide et d'une action extrêmement énergique des eaux courantes à la surface de l'Afrique en un temps antérieur (1).

En Belgique, les cours parallèles de la Gette, de la Dyle, de la Senne, de la Dendre, de l'Escaut et de la Lys accusent entre le présent et le passé une discordance analogue. Dans leur traversée du Brabant et des Flandres, toutes ces rivières commencent par couler au nord-est, fait contradictoire avec la pente moyenne du plan territorial actuel, lequel s'incline au nord-ouest vers la mer du Nord.

L'histoire d'un réseau fluvial peut être d'une complication singulière, tant par l'ancienneté de son origine, d'ordinaire très reculée, que par les révolutions qui se sont succédé dans l'atmosphère et par les déformations du bassin qu'il arrose. La reconstitution chronologique de tous ces événements suppose, avec la connaissance approfondie de la géologie du bassin, un tact critique qui n'est pas sans analogie avec celui qu'exige l'interprétation d'un palimpseste. Les hydrographes de nos jours en ont donné de fort bons exemples en retraçant l'histoire de quelques fleuves d'Amérique et d'Europe. On y apprend que tout peut se rencontrer dans l'évolution progressive de certains cours d'eau. Existence de rivières répondant à un relief originaire à demi effacé; formation postérieure d'autres rivières se rattachant aux modifications subies par le relief primitif; capture des rivières les moins douées au point de vue du volume et de la pente par des rivières voisines en possession de plus d'énergie et qui creusent leur chenal avec plus de rapidité; décapitation d'autres rivières dont les eaux de tête s'écoulent dans un sens opposé à celui qu'elles suivirent d'abord; partage d'un affluent jadis continu en tronçons désormais indépendants : la plupart de ces vicissitudes se révèlent dans l'hydrographie des Alleghanys et des contrées avoisinant les grands lacs de l'Amérique, comme aussi dans les bassins de la Seine, du Rhin et de diverses rivières d'Allemagne (1).

---

(1) G. Rolland, *Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 3ᵉ série, t. XIX, pp. 247 et suiv.)

Si, comme l'écrivit le botaniste Turpin, l'on ne comprend bien les choses qu'à la condition de savoir comment elles sont arrivées, on devine combien de problèmes complexes les investigateurs auront à résoudre avant de nous transmettre l'intelligence de la géographie universelle! Quoi qu'il en soit de cette longue échéance, la marche des découvertes accomplies touchant l'origine topographique de plusieurs contrées est de nature à encourager. Elle montre que les observations précises faites en un canton sont parfois applicables à des régions tout entières. Elle enseigne aussi qu'en dépit de ses préjugés et de ses tâtonnements immanquables, l'intelligence humaine, grâce à quelques données bien comprises, est ramenée un jour en face de phénomènes dont elle ne soupçonnait pas la portée, et qui éclaircissent du même coup l'origine de beaucoup de pays.

Les recherches concernant le terrain erratique du Nord et sa signification véritable sont des plus instructives à cet égard. Rappelons-en l'histoire en raccourci.

---

(1) Conf DE LAPPARENT, *Leçons de géographie physique*, 10e leçon, pp. 181-205; 24e leçon, pp. 539-563 et *passim*.

Voilà un terrain qui tapisse les plateaux sur une surface colossale dans le nord de l'Europe et de l'Amérique. Sa dénomination rappelle les blocs de roches de provenance exotique qu'on y rencontre à chaque pas. Il a sa topographie et ses paysages qui ne ressemblent pas à d'autres. En Suède et en Finlande surtout, c'est *une région* de lacs, d'étangs, de marais alignés vers le sud, entourés de collines formées de granits et de gneiss ; collines basses, mamelonnées, polies ou sillonnées de cannelures profondes et de stries : l'extrémité de ces collines tournée vers le nord s'abaissant en pente très douce, tandis que l'extrémité opposée se termine invariablement par une pente raide. Des fragments pierreux de transport, parmi lesquels des blocs de granit de la grosseur d'une maison, sont éparpillés sur la surface ou entassés en monticules. Rien de mieux marqué que le parallélisme de tous les traits du paysage : lacs, marais tourbeux, collines mamelonnées, amas de débris sont orientés systématiquement vers le sud. Là aussi apparaissent les accumulations étranges nommées *œsars* par les habitants. Ce sont des levées rectilignes ou légèrement sinueuses, portées à 40, 50 mètres au-dessus du plateau et composées d'argile, de sable, de fragments de blocs. Elles rappellent des chaussées gigantesques, parfois d'énormes remblais de chemin de fer. Elles persistent sur 50, 80, 100 kilomètres de longueur et gardent une allure qui semble indépendante du sol qui les porte. Elles passent avec indifférence sur les renflements et les dépressions de la surface, comme au travers des lacs et des étangs qu'il leur arrive de couper en deux.

Plus avant au midi, les débris superficiels de plus en plus abondants finissent par recouvrir entièrement les terrains cristallins et paléozoïques. On arrive à des collines plus ou moins elliptiques (*Drumlins* des Américains) où intervient une des roches les plus significatives que l'on connaisse en lithologie : l'*argile massive à blocs* ou *Boulder clay* des Anglais. C'est un composé d'argile siliceuse ou marneuse enveloppant avec la plus grande irrégularité et dans toutes les positions imaginables des morceaux en partie arrondis, polis et striés, en partie anguleux, des roches cristallines les plus variées.

En Allemagne, cette argile à blocs extrêmement développée forme des lits imperméables qui supportent des milliers de lacs et de marais. Elle aboutit à plusieurs zones de collines qu'on peut suivre sans interruption notable sur 1,000 kilomètres de distance entre la Vistule et l'Elbe. Ces collines, aux contours généralement aplatis et arrondis, sont jetées en travers des plaines allemandes de la manière la plus capricieuse. Il en est d'isolées, d'autres sont sinueuses et ramifiées. Le plus souvent elles se séparent pour se rejoindre ailleurs, laissant entre elles des espèces d'entonnoirs, des dépressions sans issue où dorment des flaques d'eau. Le géologue s'aperçoit d'emblée que les facteurs habituels, l'érosion aérienne et l'eau courante, n'ont pas façonné ces allures excentriques. Le réseau très complexe de petites rivières et de ruisseaux qui serpentent entre ces éminences s'est évidemment superposé à un relief auquel il n'a pas contribué. D'où la conclusion que la figure et l'agencement des collines sont originaires. A s'en rapporter à leur disposition générale, on est tenté de les rapprocher des monticules si irréguliers des grandes dunes. Mais cette première impression ne tient pas. On n'a pas affaire à des amas de poussières ou de sables mobiles, mais à des agglomérats confus de sables et de boue entremêlés à des cailloux, à des fragments rocheux des plus variés, où surgissent des blocs volumineux dont l'origine septentrionale est indubitable.

En somme et à l'embrasser dans l'ensemble, la topographie de l'erratique implique la présence autrefois d'un agent d'excavation, de friction et de transport doué d'une puissance incomparable.

Les premiers savants qui s'enquirent en naturalistes du mystère de ces masses de transport s'aperçurent promptement que les roches fondamentales des pays entourant le golfe de Bothnie y avaient fourni un large contingent. Afin d'expliquer leur dispersion, ils invoquèrent des courants d'eau d'une violence inouïe partis du Nord; une débâcle diluvienne, suivant une de leurs expressions, qui aurait balayé une moitié de notre continent avant l'ère actuelle. C'est ce que pensaient des maîtres de la science, tels que Léopold de Buch, Haussmann, Buckland, d'Aubuisson.

Cependant le terrain erratique portait inscrite dans les détails de sa structure la signature d'un instrument physique, la glace, entièrement méconnu de ces hommes illustres. On la lit dans le polissage des roches, dans les stries gravées sur des milliers de spécimens, comme dans la composition spéciale de l'argile à blocs. Mais en partant des agents physiques qui règnent actuellement en Finlande et en Allemagne, on n'eût jamais débrouillé le hiéroglyphe. La leçon vint d'ailleurs. Elle arriva de quelques districts de l'Oberland suisse qu'exploraient alors Agassiz et Charpentier. Des premiers ils signalèrent dans les pierres de l'erratique du Nord des effets mécaniques semblables à ceux que produisent les glaciers actuels des Alpes. Ils provoquèrent une volte-face des théories qui gagna peu à peu l'opinion générale (1).

Il faut convenir en effet que les parois de roches mamelonnées et rayées où sont encastrés les glaciers de la Suisse, de même que les amas confus et si caractéristiques de leurs moraines, sont les analogues incontestables de beaucoup de surfaces rabotées, de beaucoup de collines confuses de l'Europe septentrionale. Mais si l'on compare la topographie des contrées, on découvre entre les deux régions un contraste absolu, au premier abord inexplicable. Les glaciers alpins, entourés de montagnes de plusieurs mille mètres d'altitude, sont enchâssés dans des vallées étroites et profondes où sont concentrés tous leurs matériaux de transport; tandis que les produits glaciaires du nord de l'Europe et de l'Amérique s'étalent à la surface de plaines et de plateaux d'une étendue immense et d'un relief des plus monotones. Comme paysage, il est difficile d'imaginer quelque chose de plus opposé que les environs de Zermatt ou d'Interlaken, et ceux de Malmo en Scanie, ou de Dramburg en Poméranie.

---

(1) *Untersuchungen über die Gletscher*, 1841, p. 286 — DE CHARPENTIER, *Sur l'application de l'hypothèse de M. Venetz aux phénomènes erratiques du Nord*, BIBL. UNIVERS. DE GENÈVE, nouv série, t XXXIX, 1842. Auparavant et dès 1832 (*Leonhard und Bronn's Jahrbuch*, p 258), un Allemand, A Bernhardi, avait exprimé, dans une courte note, l'opinion que l'erratique du nord de l'Europe pouvait être l'œuvre d'un glacier s'étendant des régions polaires jusqu'en Allemagne. Conf. *Gletscher Theorie oder Drift Theorie in Norddeutschland.* G. BERENDT (*Zeits. der Deutsch geolog. Gesels.*, t. XXXI, pp. 2-3 . Dès 1836, le Suédois Sefström attribuait les stries gravées sur les roches de son pays à la glace Conf PENCK, *Die Geschiebe Formation Nord-Deutschlands.* (OP. CIT., p. 129.)

Dans l'espoir de concilier ces divergences, on invoque la théorie du *Drift* ou des glaces flottantes, qui régna trente ans dans la science (1). On admet que l'erratique de la Russie et de l'Allemagne a été déposé par des glaces flottantes, émanées des anciens glaciers de la Scandinavie, chargées des roches de ce pays, et qui en fondant déposaient leur chargement pierreux sur le lit d'une vaste mer réduite aujourd'hui aux proportions de la Baltique. Ainsi pensait-on expliquer la dispersion des matériaux glaciaires sur des plaines sans bornes, en même temps que la distance très considérable, plus de 1,000 kilomètres, où gisaient certains blocs erratiques de leur point de départ. Un autre trait physique propre au terrain erratique du Nord semblait aussi trouver son explication dans la théorie du *Drift*. C'est l'insertion habituelle parmi les matériaux où l'action mécanique de la glace est manifeste, de couches de sables ou d'argiles nettement stratifiées dont il est impossible de nier la formation sous l'eau.

On se trompait. L'examen plus méthodique des masses minérales remaniées par les glaciers du continent, en faisant connaître à la fois leur immense extension et leurs fluctuations plus étonnantes encore à l'époque quaternaire, allait dévoiler le commentaire rationnel du pays erratique.

---

(1) L'idée d'expliquer, à l'aide d'un transport par les glaces flottantes, la position de certains dépôts où l'action glaciaire est visible, mais qui sont situés à une grande distance des glaciers actuels, remonte à Ch. Lyell qui, dès 1835, la mettait en avant pour rendre compte de la distribution des blocs erratiques de provenance alpine disséminés sur les hauteurs du Jura. Peu de temps après, on s'inspira de la même idée pour expliquer la dispersion des blocs erratiques et la plupart des dépôts de transport quaternaires du nord de l'Europe et de l'Amérique. A part Agassiz, Charpentier, Sefström, G. Rose, cette opinion domina tout à fait chez les géologues jusqu'après 1875.

Le résultat le plus inattendu de l'exploration minutieuse des Alpes suisses et tyroliennes est d'établir, d'après des points de repère incontestables, l'énorme extension qu'y prirent les glaciers à deux reprises durant l'époque quaternaire ancienne, ces deux phases glaciaires étant séparées par une phase interglaciaire où prédomina le phénomène de la fusion et durant laquelle les glaces se retirèrent jusqu'au cœur des montagnes. Lors des grandes extensions, le système alpin tout entier fut incrusté par une carapace de glace qui n'était dépassée que par la cime de quelques pics, et qui débordait notamment au sud du Wurtemberg et de la Bavière. Elle rencontrait là un pays de plateaux de moyenne hauteur, où elle épanouissait largement ses moraines profondes et terminales. Après leur disparition, les glaces y abandonnèrent un espace étendu auquel elles avaient imprimé une configuration originale, fort rapprochée de celle des plaines du Nord. C'est une région de lacs et de marais tourbeux enclos de collines ayant la composition des moraines et distribuées en opposition avec les règles habituelles de l'orologie.

Mêmes conclusions des glaciéristes en ce qui concerne la Norvège et la Suède. La grande péninsule du Nord fut ensevelie, comme l'est actuellement le Groënland, sous une coupole de glace atteignant 1,000 mètres et même 1,700 mètres d'épaisseur en certains points. Là aussi on tient les preuves de deux phases d'avance énorme des glaciers, séparées par une période de fusion générale et de recul presque total de la nappe glaciaire. Si lors de ses avances cette nappe conservait un *minimum* de six à sept cents mètres de puissance en abordant les rivages de la Baltique, comme le dit Helland, elle n'a pu s'y arrêter. Elle a comblé et traversé cette mer dont la profondeur moyenne actuelle ne dépasse pas 67 mètres, d'après Krummel ; et le fossé franchi, l'énorme masse plastique s'étendit sans obstacle sur les bas plateaux et les plaines de la Russie et de l'Allemagne. Dès lors, la plupart des caractères géologiques et topographiques de ces contrées, y compris leur parallélisme habituel, se lient, soit à l'avance des immenses glaciers continentaux qui descendaient lentement autrefois du centre scandinave, soit au recul de ces glaciers et au ruissellement abondant de leurs eaux de fusion (1).

Or, les recherches persévérantes des glaciéristes scandinaves et allemands prouvent bien qu'il en est ainsi. Les accidents propres à l'erratique de la Suède rappellent entièrement les effets constatés tantôt à la base, tantôt à l'extrémité inférieure des glaciers de notre temps, comme les sables stratifiés qui s'y intercalent rappellent les dépôts de ces mêmes glaciers remaniés par les eaux provenant de la fusion de la glace. Les mêmes accidents se répètent au delà de la Baltique, en Russie et en Allemagne, avec les mêmes caractères, la même ordonnance; les uns et les autres dérivent nécessairement de causes semblables. Labourage inégal, polissage et rayure du soubassement rocheux; formation de l'argile massive à blocs par suite du mélange de la boue provenant de la trituration des roches et des fragments de composition variée, les uns transportés de loin, les autres arrachés à très peu de distance; accumulation des matériaux de transport sous la forme de collines dépourvues d'un agencement régulier : tous ces traits de nos glaciers alpestres se répètent sans exception dans le terrain erratique. Seulement, ils y sont réalisés sur une échelle proportionnée à l'épaisseur, à la largeur, à l'uniformité d'une couverture de glace dont le front se développait sur des milliers de kilomètres.

---

(1) Le géologue scandinave Torell est le premier savant qui, familiarisé avec les terrains de transport du nord de l'Europe, ébranla l'hypothèse du *Drift* et attribua les caractères dominants du terrain erratique de l'Allemagne à l'extension pure et simple d'un immense glacier parti des centres montagneux de la Norvège. C'est à la suite d'une excursion faite en compagnie de Berendt aux calcaires triasiques moutonnés et striés de Rudersdorf, près de Berlin, qu'il se décida à déclarer son opinion à la Société géologique allemande : séance du 3 novembre 1875. (ZEITS. D. DEUTSCHE GEOLOG. GESELL., XXVII, p. 961.) Depuis lors, les études de Helland, Berendt, H. Credner, A. Penck, J. Wahnschaffe et d'autres savants, ont fixé définitivement l'explication glaciaire, appuyée sur des observations multipliées faites dans diverses régions de l'Allemagne, depuis la Saxe jusqu'à la mer Baltique.

Les protubérances à pentes douces en amont, raides en aval, les mares d'eau, les tas de boue pétrie de fragments qu'un glacier des Alpes ou du Tyrol met à découvert quand il se replie en arrière au fond de sa vallée, sont la miniature des collines entrecoupées de lacs et d'étangs, des immenses nappes d'argile à blocs de la Suède, de la Finlande ou de l'Allemagne jusqu'au delà de Berlin. Les ruisseaux alimentés par l'eau provenant de la glace fondue et qui circulent en dessous de nos petits glaciers de l'Europe centrale, étaient remplacés jadis au nord par des rivières sous-glaciaires d'un volume considérable. Leurs anciens lits ressortent aujourd'hui sous la forme des longues chaussées des *œsars* (1). Les lits sableux, parfois associés à des débris de plantes et à des restes d'animaux, qui reposent sur les dépôts de la première et de la deuxième époque glaciaire, répondent à la recrudescence du ruissellement qui couvrait presque toute la surface quand la modification du climat amena par deux fois la destruction des grandes glaces.

D'autre part, il est impossible de méconnaître la composition des moraines dans les chaînes de collines qui se suivent à plusieurs reprises entre la Vistule et l'Elbe. Elles constituent les moraines terminales de l'ancien glacier quaternaire. Leur distribution désordonnée correspond précisément à cette origine; car, assujettis à des avances et à des reculs fréquents, les glaciers déchargent tour à tour leurs moraines en des points différents, et il leur arrive de les jeter un jour au travers des talus formés par les amas antérieurs, laissant dans l'intervalle des creux sans écoulement (Lapparent). Les deux ou trois séries de collines quaternaires de l'Allemagne dessinent donc les étapes et les oscillations prolongées du grand glacier, lors de sa retraite définitive.

---

(1) Le mode d'origine assigné à ces formations singulières a été proposé par Holst. Il est accepté généralement par les glaciéristes européens. (Berendt, *Asarbildungen in Norddeutschland*. Zeits d. Deutsche geolog. Gesell., XL, pp. 683 et suiv.) Les géologues écossais l'adoptent aussi pour leurs *Eskers* (J. Geikie, *The Great Ice Age*, 2e édit , p 209); les Américains, pour les œsars de leur pays, et ils attribuent un mode de formation plus ou moins analogue à leurs *Kames*. (Chamberlin, *Preliminary Paper on the Terminal Moraine of the second glacial Epocle*. Un. St. Geolog. Survey, 3e Rép., pp. 299-300) Il reste toutefois quelques points douteux relativement à la genèse des œsars du nord de l'Allemagne.

Toutes ces conclusions s'appliquent au terrain erratique de l'Amérique comme à celui de l'Europe; les géologues des deux continents ont contribué à les établir, et l'on peut dire qu'ils se sont tendu la main des deux côtés de l'Atlantique.

En résumé, une région septentrionale distinguée par des caractères spéciaux et notamment par l'extrême abondance des roches entraînées de très loin, s'offre à l'observation. Les savants, pour l'interpréter, commencent par s'adresser à l'agent de transport le plus général et le plus puissant qu'ils connaissent, à l'eau courante, et ils lui accordent, pour cette occasion, un volume incomparable. Un peu après, des observations faites avec toute la précision scientifique, dans une région éloignée et très différente de la première, accusent un agent matériel et un mode de transport auxquels on ne songeait pas, et dont les signes se retrouvent avec évidence dans la contrée septentrionale. Mais le contraste des conditions topographiques entre les deux régions est porté à ce point qu'il semble impliquer entre elles l'incompatibilité des causes modificatrices de la surface. Naît alors l'hypothèse des glaces flottantes, qui persiste jusqu'au moment où, sous la poussée de données positives de plus en plus nombreuses et étendues, le phénomène glaciaire apparaît dans toute sa majesté aux yeux du savant. La nappe diluvienne de Buckland et de d'Aubuisson est convertie en une nappe, plus grande peut-être, mais faite de glace, qui a laissé ses témoignages authentiques.

Quand Hérodote apercevait les conséquences géographiques de l'apport séculaire des alluvions du Nil, il contemplait un moteur à l'œuvre; la nature du travail et les résultats étaient sous ses yeux. Nous allons plus loin.

Avec la même certitude que le grand historien de la Grèce, nous savons rapporter la figure de plusieurs contrées à des influences qui ne s'y manifestent plus depuis des milliers d'années ou de siècles, et que l'homme n'a jamais aperçues. On voit alors comment des causes multiples, prochaines ou lointaines, les inégalités et l'altitude des terres émergées, les avances et reculs des mers, les variations du climat, ont travaillé de concert à la richesse de détails, à la diversité pittoresque, au trésor de ressources que possède aujourd'hui notre terre. En progressant dans ces nobles études, on admirera davantage le monde où nous sommes placés parce que l'on en comprendra mieux la préparation et l'adaptation providentielle à la destinée des peuples. Oswald Heer, le célèbre professeur de Zurich, en méditant sur l'enchaînement harmonieux si frappant dans le développement du globe, se rappelait les symphonies de Beethoven, dont l'auditeur, disait-il, n'est pas toujours capable d'apprécier le plan artistique. Bien des siècles auparavant, saint Augustin entendait dans la suite des âges le chant d'un ineffable musicien, *ineffabilis modulatoris carmen*. Heureux, dirons-nous, ceux-là qui, saisis d'admiration devant ce concert des choses créées, s'élèvent d'esprit et de cœur vers l'Artiste invisible et tout-puissant qui en a ordonné les instruments et la marche (1)!

---

(1) O Heer, *Le monde primitif de la Suisse*. Traduction française, p. 771. — S. Augustini, *Ad Marcellinum*. Op. II, p. 615a. Éd. Gaume.

M. le Secrétaire perpétuel proclame les résultats ci-après des concours et des élections.

CONCOURS ANNUEL (1896).

SECTION DES SCIENCES NATURELLES.

Un mémoire portant pour devise : *Ab ovo usque ad mala,* a été reçu en réponse à la première question sur l'*Intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés.*

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décerné sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs,* à l'auteur de ce travail, M. le D^{r} C. De Bruyne, chef des travaux histologiques et embryologiques à l'Université de Gand.

Un mémoire portant pour devise : *Maxima in minimis,* a été reçu en réponse à la deuxième question sur *Les minéraux du sol belge.*

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décerné sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs,* à l'auteur de ce travail, M. G. Cesàro, correspondant de l'Académie, à Trooz.

Un mémoire portant pour devise : *Afin de connaître mieux l'organisation exacte des Vertébrés supérieurs,* etc., a été reçu en réponse à la troisième question sur *Le système nerveux périphérique de l'Amphioxus.*

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décerné sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs,* aux auteurs de ce travail, MM. J.-F. Heymans et O. Van der Stricht, de l'Université de Gand.

Un mémoire portant pour devise : *Facies non omnibus una,* a été reçu en réponse à la quatrième question sur *La cicatrisation chez les végétaux.*

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décerné sa *médaille d'or,* d'une valeur de *six cents francs,* à l'auteur de ce travail, M. Jean Massart, assistant à l'Institut botanique de Bruxelles.

Prix fondé en mémoire de JEAN-SERVAIS STAS, *ancien membre de la Classe des sciences.*

Un mémoire intitulé : *Détermination du poids atomique du molybdène,* a été reçu en réponse à la question posée. Ce manuscrit porte pour devise : *Celui qui observe ou expérimente à l'aventure n'est qu'un empirique, du travail duquel il n'y a rien à attendre* (J.-S. STAS, Discours sur l'imagination).

La Classe, après avoir entendu la lecture des rapports des commissaires, décide la remise de la question au concours et fixe le délai fatal de celui-ci au 1^er^ août 1897.

PRIX ÉDOUARD MAILLY

fondé pour favoriser les progrès de l'astronomie en Belgique.

(Première période : 1892-1895.)

M. Édouard Mailly, en son vivant membre de la Classe des sciences de l'Académie, décédé à Saint-Josse-ten-

Noode le 8 octobre 1891, avait inscrit la disposition suivante dans son testament :

« Je lègue à l'Académie royale de Belgique une somme de *dix mille francs* pour fonder un prix à décerner au Belge qui aura fait faire quelque progrès à l'astronomie ou qui aura contribué à répandre le goût et la connaissance de cette science dans le pays. »

Ce legs a été accepté au nom de l'Académie, par arrêté royal du 18 janvier 1892.

La Classe a décerné le prix de *mille francs* à MM. C. Lagrange, E. Lagrange, A. Lancaster, L. Niesten, W. Prinz et P. Stroobant, membres du Comité effectif et responsable de la Revue *Ciel et Terre.*

ÉLECTIONS.

Depuis ses dernières élections, la Classe a perdu deux de ses *membres titulaires :* MM. Joseph Delbœuf et François Donny, et cinq de ses *associés :* MM. le marquis de Menabrea, G.-A. Daubrée, sir Joseph Prestwich, F.-Aug. Kekulé von Stradonitz et Louis Fizeau.

Ont été élus :

Dans la section des sciences mathématiques et physiques :

Associés : MM. Mendeléiff (Dmitri Ivanowich), professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg; Beltrami (Eug.), professeur à l'Université de Rome, et Janssen (P.-J.-C.), membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon et de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Dans la section des sciences naturelles :

Membre titulaire (sauf approbation royale) : M. Masius (J.-B.-N.-V.), correspondant.

Associés : MM. Des Cloizeaux (A.-L.-O. Legrand), membre de l'Académie des sciences, à Paris, et Treub (Melchior), directeur du Jardin botanique de Buitenzorg (Batavia).

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Errera (*L.*) et *Laurent* (*E.*). Planches de physiologie végétale. Texte descriptif français avec 86 figures et explication des planches en français, en allemand et en anglais. Bruxelles, 1897; in-4° (98 p.) avec un atlas de 15 planches in-plano.

Lancaster (*Alb.*). Service climatologique de l'Observatoire royal de Belgique. Instructions pour les stations de troisième ordre. Bruxelles, 1896; in-8° (20 p.).

Thomas (*Paul*). Sénèque. Morceaux choisis extraits des lettres à Lucilius et des traités de morale, texte latin, publié avec une introduction, des remarques et des notes. Paris, 1896; in-16 (296 p.).

Vanlair (*C.*). Les grandes modalités cliniques de la pneumonie, envisagées au point de vue de leur traitement. Liége, 1895; extr. in-8° (19 p.).

Buisseret (*Conrad de*). Paysages étrangers. Bruxelles, 1897; petit in-8° (vi-300 p.).

Stefanowska (*Micheline*). Action des alcaloïdes et de diverses substances médicamenteuses sur les cœurs lymphatiques de la grenouille, expériences faites aux laboratoires de physiologie de l'Université libre de Bruxelles et de l'Université de Varsovie. Bruxelles, 1896; extr. in-8° (31 p.).

Hynderick de Theulegoet (*Le chevalier*). Des perquisitions et des saisies en matière répressive. Gand, 1896; in-8° (67 p.).

Bernaert (*Éd.*). Les dix jours du Juif-Errant, poème. Bruxelles, 1896; extr. in-4° (16 p.).

— Les piétés féroces! Pour Allah! Poème. Bruxelles, 1896; extr. in-4° (7 p.).

— Ode à feu le lieutenant-général baron Van der Smissen. Bruxelles, 1895; extr. in-8° (1 p.).

Frank (*Louis*). Office féministe universel. Le témoignage de la femme. Rapport. Bruxelles, 1896; in-8° (48 p.).

— L'épargne de la femme mariée. Bruxelles, 1896; in-8° (58 p.).

— Les salaires de la famille ouvrière. Bruxelles, 1896; in-8° (114 p.).

— La femme contre l'alcool. Bruxelles, 1897; in-8° (273 p.).

Cauchie (*L'abbé Alfred*). De la création d'une École belge à Rome. Tournai, 1896; extr. in-8° (68 p.).

Goffinet (*V.*). Rêve d'un profane sur la navigation aérienne de demain. Liége, 1896; in-8° (42 p. et 4 plans photographiés).

BRUXELLES. *Caisse générale d'épargne et de retraite.* Compte rendu des opérations et de la situation de la Caisse, 1865-95. 26 br. in-4°.

— *Société royale de médecine publique de Belgique.* Assemblée nationale scientifique d'hygiène et de médecine publique de 1880, tome I: Rapports; tome II: Discussions, 1880-81; 2 vol. in-8°.

ALLEMAGNE ET AUTRICHE-HONGRIE.

Wagner (*Otto*). Aesthetische Durchbildung der Hochbauten der Verkehrs-Anlagen und der Donau-Canal-Regulierung. Vienne, 1896; in-4° (26 pl.).

Schwikert (*Joh.-Jos.*). Ein Triptychon, klassischer kritisch-exegetischer Philologie. Leipzig, 1896; in-8° (88 p.).

— Kritisch-exegetische Untersuchungen zu Pindars zweiten olympischen Siegesgesange. Trèves, 1891; in-4° (30 p.).

— La fille de Radziwill, tragédie en cinq actes, en vers (remaniée du polonais pour la scène française). Paris, 1896; in-8° (112 p.).

HALLE. *Verein für Erdkunde.* Mitteilungen. 1896.

WIESBADE. *Nassauischer Verein für Naturkunde.* Jahrbücher, Jahrgang 49.

VIENNE. *Gradmessungs-Commission.* Verhandlungen: Protokolle über die am 19. Juni 1896 abgehaltene Sitzung. 1896.

FRANCE.

Delaborde (*Le comte Henri*). Notice sur la vie et les travaux de M. Ambroise Thomas. Paris, 1896; in-4° (24 p.).

Lallemand (*Léon*). Étude sur la législation charitable en Hollande. Paris, 1896; in-8° (34 p.).

Raspail (*Xavier*). Observations complémentaires sur la ponte et les mœurs du Hanneton. Paris-Lille, 1896; extr. in-8° (17 p.).

Renault (*Bernard*). Notice sur ses travaux scientifiques. Autun, 1896; in-4° (161 p. et 8 pl.).

Piette (*Édouard*). Fouilles faites à Brassempouy en 1895. Paris, 1896; extr. in-8° (7 p.).

Piette (*Édouard*). Études d'ethnographie préhistorique : II. Les plantes cultivées de la période de transition au Mas-d'Azil ; III. Les galets coloriés du Mas-d'Azil. Paris, [1896] ; 2 extr. in-8° (24 et 47 p.).

Une semaine coopérative, 25 octobre-1er novembre 1896 : neuvième congrès coopératif national. — Deuxième congrès coopératif international. Paris, 1896 ; in-4° (132 p.).

PARIS. *Institut de France.* Comptes rendus de l'Académie des sciences et de l'Académie des Inscriptions, 1896.

Comité international des poids et mesures. Procès-verbaux des séances de 1895. Comptes rendus des séances de la deuxième conférence générale des poids et mesures, réunie à Paris en 1895. In-4°.

GRANDE-BRETAGNE ET COLONIES BRITANNIQUES.

Fraser (*Malcolm, A.-C.*). Western australian year-book for 1894-95. Perth, 1896 ; in-8° (393 p., 1 carte).

CAPETOWN. *Observatory of the Cape.* Report for 1895. Results of meridian observations of stars, made in 1888-91 (David Gille). 3 vol. in-4°.

LONDRES. *Royal historical Society.* Transactions, new series, vol. X. 1896.

— *Royal Institute of british architects.* Journal, vol. III. 1896. Kalendar, 1896-97.

— *Royal Society.* Proceedings, 1896.

OTTAWA. *Royal Society of Canada.* Proceedings and transactions, volume I. 1895.

SYDNEY. *Australian Association for the advancement of science.* Report of the sixth meeting, 1895.

Italie.

Schiaparelli (*Giovanni*). Rubra Canicula. Considerazioni sulla mutazione di colore che si dice avvenuto in Sirio. Rovereto, 1896; in-8° (37 p.).

— Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte, fatte nella reale Specola di Brera in Milano, coll' equatoriale di Merz (8 pollici). Rome, 1896; extr. in-4° (60 p., 3 pl.).

Scognamiglio (*Gennaro*). Relazione della mostra di prodotti chimici. Naples, 1894; in-8° (126 p.).

— Creosotal. Naples, 1893; extr. in-8° (4 p.).

— Il trional. Naples, 1895; ext. in-8° (7 p.).

— La spermina di Poehl. Naples, 1895; extr. in-8° (11 p.).

— Il carbonato di creosoto Heyden nel processi tubercolari. Naples, 1895; extr. in-8° (12 p.).

— Una nuova specie di raggi (Raggi Röntgen). Naples, 1896; extr. in-8° (8 p.).

— Sulla somatosi. Naples, 1896; extr. in-8° (8 p.).

— Carbonato di guajacol. Naples, 1896; extr. in-8° (7 p.).

Salvioni (*E.*). Un metodo per confrontare gli schermi fluorescenti ai raggi. Perugia, 1896; ext. in-8° (18 p.).

Omboni (*Giovanni*). Di un criterio facile proposto dal prof. J. Agostini, per i prinostici del tempo. Padoue, 1896; in-8° (10 p.).

Cesàro (*Ernesto*). Lezioni di geometria intrinseca. Naples, 1896; in-8° (264 p.).

Naples. *Zoologischer Jahresbericht*, 1895.

—

PAYS DIVERS.

Blok (*P.-J.*). Geschiedenis van het nederlandsche volk, deel III. Groningue, 1896; in-8° (548 p., 1 carte).

Peyrot (*Ph.-H.*). Paciani Barcelonensis Episcopi opvscvla. Zwolle, 1896; in-8° (XI-142 p.).

Nijhoff (*Martinus*). Catalogue de livres anciens et modernes, cartes, plans, vues, etc., concernant l'histoire locale et la topographie des Pays-Bas. La Haye, 1896; in-8°.

BATAVIA. *Genootschap van kunsten en wetenschappen.* Catalogus der numatische verzameling, 4de druk. 1896; in-8°.

L'Académie a reçu en outre, pendant l'année 1896, les recueils ci-après et les publications des Sociétés savantes et des Établissements dont les noms suivent.

Anvers. *Académie d'archéologie. — Société royale de géographie. — Société de médecine. — Société médico-chirurgicale. — Société de pharmacie.*

Bruges. *Société d'émulation.*

Bruxelles. *Académie royale de médecine. — Analecta Bollandiana. — Annales de médecine vétérinaire. — Annales des travaux publics. — Association belge de photographie. — Bibliographie de la Belgique. — Bulletin de statistique démographique et sanitaire* (Dr Janssens). — *Ciel et Terre. — Commission royale d'histoire. — Commissions royales d'art et d'archéologie. — Institut de droit international et de législation comparée. — Institut des sciences sociales. — Institut international de bibliographie. — Ministères des Affaires étrangères, de l'Agriculture, de l'Intérieur, du Travail. — Moniteur belge. — Moniteur industriel belge. — Observatoire royal. — Presse médicale belge. — Revue bibliographique belge. — Revue de Belgique. — Revue générale. — Sociétés : d'Agriculture, d'Anthropologie, d'Archéologie, d'Architecture, d'Astronomie, royale de Botanique, d'Électriciens, Entomo-*

logique, de librairie, royale belge de Géographie, de Géologie et d'Hydrologie, royale Malacologique, royale de Médecine publique, de Microscopie, royale de Numismatique, royale de Pharmacie, des Sciences médicales et naturelles, Scientifique.

Charleroi. *Société paléontologique et archéologique.*

Gand. *Kon. vlaamsche Academie.* — *Cercle histor. et archéol.* — *Messager des sciences historiques.* — *Société de médecine.*

Gembloux. *Institut agricole.*

Huy. *Cercle des sciences et des beaux-arts.* — *Cercle des naturalistes.*

Liége. *Écho vétérinaire.* — *Institut archéologique.* — *Revue de l'instruction publique.* — *Société géologique de Belgique.* — *Société médico-chirurgicale.* — *Wallonia.*

Louvain. *Le Muséon.* — *Revue néo-scolastique.*

Maredsous. *Abbaye.*

Namur. *Société archéologique.*

Saint-Nicolas. *Cercle archéologique du Pays de Waes.*

Termonde. *Cercle archéologique.*

Verviers. *Caveau verviétois.*

Berlin. *Kön. Akademie der Wissenschaften.* — *Deutsche chemische Gesellschaft.* — *Geologische Gesellschaft.* — *Gesellschaft für Erdkunde.* — *Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.* — *Physikalische Gesellschaft.*

Bonn. *Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westphalens.*

Brême. *Naturwissenschaftlicher Verein.*

Budapest. *Institut royal de géologie.* — *Académie des sciences.* — *Statistisches Bureau.*

Cracovie. *Académie des sciences.*

Dantzig. *Naturforschende Gesellschaft.*

Francfort-sur-Main. *Senckenberg. naturforsch. Gesellschaft.*

Francfort-sur-Oder. *Naturwissenschaftlicher Verein.*

Gotha. *Geographische Anstalt.*

Göttingen. *Kön. Gesellschaft der Wissenschaften.*

Halle. *Naturwiss. Verein für Sachsen und Thüringen.*

Iéna. *Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft.*

Leipzig. *Archiv der Mathematik und Physik. — Astronomische Gesellschaft. — Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. — Forschungen zur brandenburgischen und preussischen Geschichte. — Kön. Gesellschaft der Wissenschaften. — Zoologischer Anzeiger.*

Marbourg. *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie.*

Munich. *Kön. Akademie der Wissenschaften.*

Prague. *Académie tchèque des sciences. — Kön. Gesellschaft der Wissenschaften. — Le Journal scientifique « Krok ». — Société mathématique.*

Strasbourg. *Société des sciences, agriculture et arts.*

Vienne. *Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. — Anthropologische Gesellschaft. — Zoolog.-botanische Gesellschaft. — Kais. Geologische Reichsanstalt. — Monatshefte für Mathematik und Physik. — Kais. Naturhistorisches Hofmuseum. — Zool. botanische Gesellschaft.*

Wurzbourg. *Physikal.-medizinische Gesellschaft.*

Universités de Carlsruhe, Fribourg-en-Br., Giessen, Heidelberg, Kiel, Marbourg, Strasbourg, Tubingue et Vienne.

Albany. *University of the state of New-York.*

Baltimore. *John Hopkins University.*

Berkeley. *University of California.*

Boston. *Academy of arts and sciences. — Natural History Society.*

Buenos-Ayres. *Sociedad cientifica Argentina. — Bulletin mensuel de statistique municipale.*

Cambridge. *Museum of compar. zoölogy. — Observatory.*

Chicago. *The astrophysical Journal.*

Cordova. *Academia de ciencias.*

Halifax. *Nova-Scotian Institute.*

Lima. *Sociedad geographica.*

Lincoln. *University of Nebraska.*

Mexico. *Observatorio. — Sociedad « Antonio Alzate ». — Sociedad de historia natural.*

Montévidéo. *Universidad.*

Mont-Hamilton. *Lick Observatory.*

Montréal. *Natural history Society.*

New-Haven. *Journal of sciences.*

New-York. *Geographical Society. — Academy of sciences.*

Philadelphie. *Academy of natural sciences. — Franklin Institute. — The american naturalist. — Philosophical Society. — Historical Society.*

Rio de Janeiro. *Instituto historico. — Soc. de geographia.*

Rochester. *Academy of sciences.*

Saint-Louis. *Academy of sciences.*

Salem. *Essex Institute.*

San-Francisco. *California Academy of sciences.*

Santiago. *Société scientifique.*

Toronto. *Canadian Institute.*

Washington. *Department of agriculture. — U. S. national Museum. — Smithsonian Institution.*

Copenhague. *Institut météorologique. Société royale des sciences. — Société des antiquaires.*

Madrid. *Sociedad geografica. — R. Academia de la historia.*

Manila. *Observatorio meteorologico.*

Abbeville. *Société d'émulation.*

Amiens. *Société industrielle. — Société des antiquaires.*

Arras. *Commission des antiquités départementales.*

Bône. *Académie d'Hippone.*

Caen. *Société linnéenne. — Faculté des sciences. — Société des beaux-arts.*

Dax. *Société de Borda.*

Le Havre. *Société d'études diverses.*

Lille. *Société géologique du Nord. — Société des architectes. — Université.*

Marseille. *Société scientifique industrielle. — Faculté des sciences.*

Montpellier. *Académie des sciences.*

Paris. *Académie de médecine. — Bulletin scientifique (Giard). — École normale supérieure. — École des chartes. — Journal de l'agriculture. — Journal des savants. — Le Cosmos. — La Nature. — Le Progrès médical. — Le Polybiblion. — Ministère de l'Instruction publique. — Moniteur scientifique. — Musée Guimet. — Muséum d'histoire naturelle. — Revue britannique. — Revue des questions historiques. — Revue générale des sciences. — Revue politique et littéraire. — Revue scientifique. — Sociétés : d'agriculture, d'anthropologie, astronomique, de biologie, chimique, géologique, de géograghie, mathématique, météorologique, philomatique, zoologique.*

Saint-Omer. *Société des antiquaires de la Morinie.*

Toulouse. *Société archéolog. — Soc. d'histoire naturelle.*

Valenciennes. *Société d'agriculture.*

Adelaïde. *Royal Society of South Australia.*

Birmingham. *Philosophical Society.*

Brisbane. *Royal Society.*

Calcutta. *Asiatic Society of Bengal. — Meteorological Department. — Geological Survey.*

Cambridge. *Philosophical Society.*

Dublin. *Royal Irish Academy. — Dublin Society.*

Édimbourg. *Botanical Society. — Geological Society. — Physical Society. — Royal Society.*

Londres. *Anthropological Institute. — R. Society of Antiquaries. — Royal Astronomical Society. — Royal Institute of british architects. — Chemical Society. — Royal Geographical Society. — Geological Society. — Institution of mechanical engineers. — Institute of civil engineers. — Royal Institution of Great Britain. — Linnean Society. — Mathematical Society. — Meteorological Society. — Royal Microscopical Society. — Nature. — Numismatic Society. — Zoological Society.*

Manchester. *Literary and Philosophical Society.*

Newcastle-upon-Tyne. *Institute of mining and mechanical engineers.*

Sydney. *Linnean Society. — Government statistitian's Office. — R. Society of N. S. Wales.*

Florence. *Biblioteca nazionale centrale. — Società entomologica italiana. — Rivista scientifico-industriale.*

Milan. *Società di scienze naturali. — R. Istituto di scienze.*

Modène. *Società dei naturalisti. — R. Stazione agraria sperimentali.*

Naples. *Società Reale.*

Padoue. *Società veneto-trentina di scienze naturali.*

Palerme. *Circolo giuridico. — Circolo matematico.*

Parme. *Il nuovo Risorgimento.*

Pise. *Società toscana di scienze naturali.*

Rome. *Reale Academia dei Lincei. — Academia pontificia de nuovi Lincei. — Comitato di artigliera e genio. — Ministerio dei lavori pubblici. — Società per gli studi zoologiche. — Società di storia.*

Turin. *Academia reale delle scienze.*

Venise. *R. Istituto di scienze.*

Vérone. *Accademia d'agricoltura.*

Amsterdam. *K. Akademie van wetenschappen.*

Batavia. *Genootschap van kunsten en wetenschappen. — Natuurkundige vereeniging.*

Buitzenzorg. *Jardin botanique.*

Delft. *École polytechnique.*

Harlem. *Société hollandaise des sciences. — Musée Teyler.*

La Haye. *Instituut voor... volkenkunde. — Entomologische Vereeniging.*

Leyde. *Maatschappij der Nederlandsche letterkunde. — Nederlandsche dierkundige Vereeniging.*

Utrecht. *Historisch Genootschap.*

Bukarest. *Institut météorologique.* — *Société des sciences physiques.* — *Ministère de l'Instruction publique.*

Jassy. *Société scientifique et littéraire.*

Dorpat. *Université.* — *Naturforschende Gesellschaft.*

Kazan. *Université impériale.*

Moscou. *Société impériale des naturalistes.*

Saint-Pétersbourg. *Académie impériale des sciences.* — *Institut impérial de médecine expérimentale.* — *Comité géologique.* — *Jardin impérial de botanique.* — *Société impériale de géographie.* — *Société de chimie.*

Christiania. *Société des sciences.*

Stockholm. *Nordiskt medicinsk Archiv.* — *Acta mathematica.* — *Institut royal géologique.* — *Société des antiquaires.* — *Société entomologique.*

Upsal. *Université.*

Berne. *Le droit d'auteur.*

Genève. *Archives des sciences physiques et naturelles.* — *Société de géographie.*

Lausanne. *Société vaudoise des sciences naturelles.*

Zurich. *Naturforschende Gesellschaft.* — *Astronomische Mittheilungen* (Wolf).

Alexandrie. *Institut égyptien.*

Belgrade. *Académie royale des sciences.*

Coïmbre. *Jornal mathematicas* (Teixeira).

Le Caire. *Société khédiviale de géographie.*

Luxembourg. *Verein für Geschichte.*

Tokyo. *Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.* — *Imperial University.*

BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

TABLES ALPHABÉTIQUES

DU TOME TRENTE-DEUXIÈME DE LA TROISIÈME SÉRIE.

1896.

TABLE DES AUTEURS.

A

Albert I^{er} (S. A. le prince). Hommage d'ouvrage, 379.

Arendt (L.). Hommage d'ouvrage, 475.

Association philosophique, à Prague. Invite l'Académie au troisième centenaire de Descartes, 728.

Aubel (Van). Hommage d'ouvrage, 495.

B

Baetes (J.). Lauréat du concours d'art appliqué (gravure en médaille), 639, 654; remercie, 749.

Bambeke (Ch. Van). Hommage d'ouvrage, 222. — Promu au grade d'officier de l'Ordre de Léopold, 755. — Rapports : voir *De Bruyne (C.)*; *Heymans (J.-F.)*; *Van der Stricht (O.)*.

Banning (Ém.). Rapports : voir *Burny (F.)* et *Hamande (L.)*; *Magnette (F.)*.

Beaupain (J.). Sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur (*Mémoires des savants étrangers*, in-4°). Rapports de MM. J. Deruyts, Le Paige et Mansion, 669, 670.

Beltrami (Eug.). Élu associé, 950.

Beneden (Éd. Van). Rapport : voir *Heymans (J.-F.)* et *Van der Sricht (O.)*.

Benoît (Peter). Un mot au sujet du discours de Th. Radoux (La musique et les écoles nationales), 751.

Bernaert (Éd.). Hommage d'ouvrages avec note par le chevalier Edm. Marchal (A. Les dix jours du Juif-Errant; *B*. Les piétés féroces. Pour Allah !), 729, 734.

Biltris (*Alfred*). Contribution à l'étude des quinhydrones. — Quinhydrones mixtes, 286; rapport de MM. Spring et Henry (L.), 232, 233.

Blok (*P.-J.*). Hommage d'ouvrage avec note par P. Fredericq (Geschiedenis van het Nederlandsche volk), 729, 735.

Bohl (*J.*). Lecture d'une étude historique et juridique : Charles I^er^ de Roumanie, fondateur du royaume, 481.

Bormans (*Stanis.*). Membre de la Commission des finances, 739.

Brants (*V.*). Rapport : voir *Hubert* (*Eug.*). — Note bibliographique : voir *Moeller* (*Ch.*).

Brasseur (*J.-B.*). Son buste par Ém. Cantillon (appréciation du modèle, 750.

Brialmont (*A.*). Membre de la Commission des finances, 668. — De l'accroissement de la population et de ses effets dans l'avenir, 884.

Bryce (*James*). Remercie pour son diplôme d'associé, 127.

Burny (*F.*) et *Hamande* (*L.*). Leur travail couronné (Les caisses d'épargne) figurera dans le tome LVI des *Mémoires* in-8°, sur la proposition de MM. Denis, Potvin et Banning, 137. M. Denis remet, pour l'impression, la seconde partie du texte de ce mémoire, 728.

C

Candèze (*Ern.*). Promu au grade d'officier de l'Ordre de Léopold, 753.

Cannizzaro (*Stanislas*). Soixante-dixième anniversaire de naissance (félicitations), 666.

Cantillon (*E.*). Buste de J.-B. Brasseur (appréciation du modèle), 750.

Carpiaux (*Ém.*), *Laurent* (*Ém.*) et *Marchal* (*Ém.*). Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures, 815, 986; rapports de MM. Errera, Gilkinet et Crépin, 813, 814.

Cauchie (*Alfr.*). Hommage d'ouvrage avec note par T.-J. Lamy (Création d'une École historique belge à Rome), 729, 733.

Cesàro (*Ern.*). Hommage d'ouvrage, 667.

Cesàro (*G.*). Des polyèdres superposables à leur image (t. LIII des *Mémoire* in-4°). Rapports de MM. De Tilly, Neuberg et Ch de la Vallée-Poussin, 226, 230, 231. — Le mispickel de Nil-Saint-Vincent, 279. — La valléite, nouvelle amphibole orthorhombique, 536. — Description des minéraux du sol belge (*Mémoire couronné*). Rapports de MM. Dewalque, de la Vallée-Poussin (Ch.) et Renard, 768, 771, 774.

Chestret de Haneffe (*Le baron J.*). Hommage d'ouvrages, 588.

Ciel et Terre. (Membres du Comité de la Revue). Prix Mailly. Rapports de MM. Folie, Le Paige et Terby, 803, 808, 809, 949.

Clemen (*O.*). Hommage d'ouvrage avec note par P. Fredericq (Johann Pupper von Goch), 589, 593.

Cluysenaar (*A.*). Rapport : voir *Delville* (*J.*).

Cols (*A.*). Lauréat du grand concours d'architecture de 1896, 370, 654. Allocation de sa pension, 749.

Corin (*G.*). Hommage d'ouvrages, 495.

Crépin (*F.*). Membre de la Commission des finances, 668. — Rapports : voir *De Droog* (*É.*); *Laurent* (*Ém.*), *Marchal* (*Ém.*) et *Carpiaux* (*Ém.*); *Massart* (*J.*).

Cumont (*G.*). Hommage d'ouvrage, 589.

Curtius (*Ern.*). Décès, 337.

D

Daneau (*Nicolas*). Exécution de sa cantate *Callirhoé*, 655.

De Bruyne (*C.*). Intervention de la phagocytose dans le développement des invertébrés (*Mémoire couronné*). Rapports de MM. Plateau, Van Bambeke et Errera, 755, 766, 767.

De Droog (*Émile*). Contribution à l'étude de la localisation microchimique des alcaloïdes dans la famille des Orchidacées (*Mémoires* in-8°, t. LV). Rapport de MM. Jorissen, Errera et Crépin, 384, 386.

De Groot (*G.*). Rapport : voir *Rombaux* (*Égide*).

De Heen (*P.*). Note sur la théorie du radiomètre, sur la photographie Le Bon et sur la nature de l'électricité, 75. — Vérification expérimentale de notre théorie du tube de Crookes, 277. — Note relative à quelques conditions d'équilibres infra-électriques et à la conduction de cette énergie, 426. — Impression photographique produite par les courants gazeux renfermant des particules solides en suspension, 534. — Sur l'infinie variété de l'énergie électrique, 712. — Sur le système du monde électro-dynamique de Zenger, 717. — Rapports : voir *Hemptinne* (*A. de*); *Vandevyver* (*L.-N.*); *Prix Stas* (Table des matières).

de Jonghe (*le vicomte B.*). Hommage d'ouvrage, 338.

Delaborde (*le comte H.*). Hommage d'ouvrage, 749.

Delacre Maurice). Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc-éthyle sur l'acétophénone (cinquième et sixième communications), 95, 446; rapports de MM. L. Henry et Spring, 4, 5, 380, 382. — Hommage d'ouvrage, 379.

de la Vallée Poussin (*Ch.*). La géographie physique et la géologie, 925. — Rapport : voir *Cesàro* (*G.*).

Delbœuf (*J.*). Rapport : voir *Schuyten* (*M.-C.*). — Décès, 378. Derniers honneurs rendus à sa mémoire (Université de Liége), 754. Remerciements de M^{lle} C. Delbœuf pour les condoléances de l'Académie, 494.

Delplace (*L.*). Hommage d'ouvrage avec note par T.-J. Lamy (La Belgique sous la domination française), 475.

Delville (*J.*). Premier rapport (lecture des appréciations de MM. Hymans, Robie, Hennebicq et Cluysenaar), 372.

De Man (*G.*). Sa notice nécrologique par M. Marchal, pour l'*Annuaire* de 1897, 483.

Demannez (*J.*). Membre de la Commission des finances, 751.

Denis (*H.*). Rapport : voir *Burny* (*F.*) et *Hamande* (*L.*).

De Ridder (*Alfr.*). Hommage d'ouvrage, 475.

Deruyts (*J.*). Sur les fonctions invariantes associées à un système transformable, 82. — Quelques propriétés du déterminant d'un système transformable, 433. — Rapport : voir *Beaupain* (*J*).

Des Cloizeaux (*A.-L.-O. Legrand*). Élu associé, 951.

Detroz (*J.-C.*). Hommage d'ouvrage, 589.

Devillers (*Léopold*). Hommage d'ouvrages, 128 ; note sur le tome VI du Cartulaire des comtes de Hainaut ; par Alph. Wauters, 155.

Dewalque (*G.*). Rapport : voir *Cesàro* (*G.*).

De Wildeman (*E.*). Hommage d'ouvrage avec note par L. Errera (Flore des algues de Belgique), 222, 225.

Donny (*F.*). Décès, 494. Discours à ses funérailles ; par G. Van der Mensbrugghe, 496. — Remerciements de M. Georges Donny fils, pour les condoléances académiques, 666.

Duvivier (*Ch.*). Rapport : voir *Hubert* (*Eug.*). Note bibliographique : voir *Matthieu* (*Ern.*).

Duyse (*Florim. van*). A LI SUI DOUNES, chanson de trouvère découverte aux archives de Tournai, 211, 986. — Rapport : voir *Mortelmans* (*L.*).

E

Emmanuel (*C.*). Dépôt aux archives de sa note sur le mouvement perpétuel (lecture du rapport de M. Valérius), 668.

Emmens (*Stephan-H.*). Relations de poids chez des corps (Note déposée aux archives). Rapport de MM. Spring et Van der Mensbrugghe, 670, 671.

Errera (*L.*). Hommage d'ouvrages, 379, 754. — Dépose un billet cacheté, 754. — Rapports : voir *De Bruyne* (*C.*) ; *De Droog* (*E.*) ; *Laurent* (*É.*), *Marchal* (*É.*) et *Carpiaux* (*É.*) ; *Massart* (*J.*). — Note bibliographique : voi *De Wildeman* (*E.*).

F

Faidherbe (*Alex.*). Hommage d'ouvrage, 128.

Fizeau (*A.-H.-L.*). Décès, 378.

Folie (*F.*). UNE RÉACTION EN ASTRONOMIE. Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané, 387. — Hommage d'ouvrage, 495. — *Rapport* (prix Mailly) : voir *Ciel et Terre*.

Fraipont (*Julien*). Soumet une notice sur la grotte du mont Falhise (Anthée), 754.

Frank (*Louis*). Hommage d'ouvrages avec note par L. Vanderkindere. (*A.* L'épargne de la femme mariée; *B.* Salaires de la famille ouvrière; *C.* Témoignage de la femme; *D.* La femme contre l'alcool), 729, 736.

Fredericq (*L.*). Hommage d'ouvrage, 495. — Prix quinquennal des sciences médicales, en partage avec M. Nuel (félicitations), 666. — Rapports : voir *Heymans* (*J.-F.*); *Lahousse* (*E.*); *Schuyten* (*M.-C.*); *Willem* (*V.*).

Fredericq (*P.*). De Secten der Geeselaars en der Dansers in de Nederlanden tijdens de XIVe eeuw (*Mémoires* in-4°). Lecture des rapports de MM. Wauters, Vuylsteke et Piot, 739. — Rapports : voir *Magnette* (*F.*); *Wilmotte* (*M.*). — Notes bibliographiques : voir *Block* (*P.-J.*); *Clemen* (*Otto*).

G

Gaudry (*Albert*). Hommage d'ouvrage, 222.

Geefs (*Georges*). Buste de Guill. Geefs (appréciation du modèle), 484.

Geefs (*Guill.*). Approbation du modèle de son buste par Georges Geefs, 484.

Geluy (*A.*). Présentation d'un mémoire sur le monument chrétien de Si-ugan-fou, son texte et sa signification, 729.

Gevaert (*F.-A.*). Hommage d'ouvrage, 483. — Rapport : voir *Lebrun* (*P.*).

Gilkinet (*Alfred*). Désigné pour représenter l'Académie à la cérémonie qui aura lieu à Liége à la mémoire de J. Delbœuf, 378, 754. — Rapports : voir *Laurent* (*Ém.*); *Marchal* (*Ém.*) et *Carpiaux* (*Ém.*); *Massart* (*J.*).

Gille (*Valère*). Hommage d'ouvrage, 128.

Gluge (*Th.*). Membre de la Commission des finances, 668.

Goblet d'Alviella (*Le comte E.*). Hommage d'ouvrage, 588. — Discours aux funérailles de Paul Henrard, 730.

Goeij (*Roger de*). Hommage d'ouvrage, 128.

Goffinet (*V.*) Hommage d'ouvrage, 667.

Goovaerts (*A.*). Michel Adanson et son cabinet d'histoire naturelle (remis en possession de son manuscrit), 380.

H

Hamande (*L.*). Voir *Burny* (*F.*).

Harlez (*C. de*). L'interprétation du Yi-King. La version mandchoue et ma traduction, 339.

Héger (*P.*). Hommage d'ouvrage, 223.

Hemptinne (*A. de*). Sur l'effluve électrique et les rayons Röntgen Rapports de MM. De Heen et W. Spring, 382, 383. — Étude sur les effluves électriques (II^e partie), 667.

Hennebicq (*A.*). Rapport : voir *Delville* (*J.*).

Henrard (*P.*). Décès, 727. — Discours à ses funérailles ; par le comte Goblet d'Alviella, 730.

Henrijean (*F.*). Hommage d'ouvrages, 495.

Henry (*Louis*). Sur divers alcools nitrés, 17. — Recherches sur les dérivés monocarbonés, § XII, 33. — A propos d'une prétendue erreur, 39. — Recherches sur la volatilité dans les composés carbonés. De la volatilité des composés chloro-nitrés et bromo-nitrés, 240. — Sur divers composés tri-méthyléniques, 253. — Analyse de la nitro-glycérine, 266. — Sur la préparation du glycol éthylénique, 402. — Rapports : voir *Biltris* (*A.*); *Delacre* (*M.*); *Vandevelde* (*A.-J.-J.*); *Prix Stas* (Table des matières).

Henry (*Paul*). Sur la préparation du glycol éthylénique, 402.

Hérain (*J.*). Buste de H. Vander Haert (appréciation du modèle), 484.

Heymans (*J.-F.*). Le bromure d'éthyle comme anesthésique opératoire chez les Céphalopodes, 578 ; avis verbal de MM. Plateau et L. Fredericq, 500. — Système nerveux périphérique de l'Amphioxus (*Mémoire couronné*). Rapports de MM. Van Bambeke, Plateau et Van Beneden, 774, 784. — Proclamé lauréat, 949.

Hoefler (Le chevalier *von*). Délégué de l'Académie au III^e centenaire de Descartes, à Prague, 728.

Houzé (*E.*). Hommage d'ouvrage, 2.

Hubert (*E.*). La torture aux Pays-Bas autrichiens pendant le XVIII^e siècle (*Mémoires des sav. étr.*, in-4°, t. LV). Rapports de MM. Prins, Duvivier et Brants, 595. 601, 602.

Huberti (*G.*). Rapports : voir *Lebrun* (*P.*); *Mortelmans* (*L.*).

Hymans (*Henri*). Membre de la Commission des finances, 751. — Rapport : voir *Delville* (*J.*). — Note bibliographique : voir *Rondot* (*Natalis*).

Hynderick de Theulegoet (Le chevalier). Hommage d'ouvrage, 729.

I

Institut Solvay. Hommage d'ouvrage, 223.

J

Jacobus (*Dom*) [*Potvin* (*Ch.*)]. Hommage d'ouvrage, 474.

Janlet (*É.*). Rapports : voir *Lambot* (*E.*); *Vereeken* (*E.*); *Verhelle* (*A.*).

Janssen (*P.-J.-C.*). Élu associé, 950.

Janssens (*E.*). Hommage d'ouvrage, 128.

Jaquet (*J.*). Rapport : voir *Rombaux* (*Égide*).

Jorissen (*A.*). Hommage d'ouvrage, 379. — Rapports : voir *De Droog* (*É.*); *Schuyten* (*M.-C.*).

Justice (*Ch.*). Hommage d'ouvrage (*Anecdota bruxellensia*, III.), 128; note sur cette dissertation, par P. Thomas, 156.

K

Kekulé von Stradonitz (*Fred.-Aug.*). Décès, 222; remerciements de la famille pour les condoléances de l'Académie, 378.

Kölliker (*A.*). Hommage d'ouvrages, 2, 379.

Kurth (*G.*). Lauréat du concours quinquennal des sciences historiques (1891-1895), 587, 655. — Remet pour l'impression la seconde partie de son mémoire qui a remporté en 1888 le Prix de Stassart (La frontière linguistique en Belgique et dans le nord de la France), 728. — Rapport : voir *Waltzing* (*J.-P.*).

L

Lagrange (*Ch.*). Dépose des billets cachetés, 2, 222. — Moindres carrés. Démonstration du principe de la moyenne par les probabilités *a posteriori*, 60. — Prix Mailly (voir *Ciel et Terre*). — Rapport : voir *Pasquier* (*Ern.*).

Lagrange (*Eug.*). Prix Mailly (voir *Ciel et Terre*).

Lahousse (*E.*). Contribution à l'étude des phénomènes polaires des muscles, 545; rapport de MM. L. Fredericq et Plateau, 500, 501.

Lallemand (*L.*). Hommage d'ouvrage, 729.

Lambot (*E.*). Premier rapport (troisième année d'études) et envoi réglementaire (40 dessins). Lecture des appréciations de MM. Winders, Maquet, Janlet et Laureys, 484, 749.

Lamy (*T.-J.*). Présente un travail intitulé : Le monument chrétien de Si-ugan-fou, son texte et sa signification, 729. — Membre de la Commission des finances, 739. — Notes bibliographiques : voir *Cauchie* (*Alfr.*) et *Delplace* (*L.*).

Lancaster (*A.*). Hommage d'ouvrage, 667. — Prix Mailly (voir

Ciel et Terre). — Rapport : voir *Longrée* (*le chevalier*).

Landsberg (*G.*). Soumet un travail sur un nouveau développement de la fonction gamma, qui contient la série de Stirling et celle de Kummer), 667.

Laurent (*Ém.*). Hommage d'ouvrages, 222, 754.

Laurent (*Ém.*), *Marchal* (*Ém.*) et *Carpiaux* (*Ém.*). Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures, 815; rapport de MM. Errera, Gilkinet et Crépin, 813, 814, 986.

Laureys (*F.*). Rapport : voir *Lambot* (*E.*).

Lebrun (*P.*). *A.* Second acte de la *Fiancée d'Abydos*; *B.* Rapport sur son voyage en Autriche (lecture des appréciations de MM. Huberti, Gevaert et Radoux), 372.

Lefèvre-Pontalis (*A.*). Hommage d'ouvrage, 338.

Le Paige (*C.*). Rapports : voir *Beaupain* (*J.*); *Ciel et Terre* (Prix Mailly).

Longrée (*Le chevalier A. de*). Aéroplane à ailes (note déposée aux archives), 379. — Tempêtes et cyclones (note déposée aux archives sur l'avis de M. Lancaster), 668.

M

Magnette (*F.*). Joseph II et la liberté de l'Escaut. La France et l'Europe (*Mémoires* in-8°, t. LV); rapports de MM. Piot, Banning et P. Fredericq), 157, 159, 168.

Mansion (*P.*). Rapports : voir *Beaupain* (*J.*); *Marchal* (*J.*); *Vial* (*E.*).

Maquet (*H.*). Rapports : voir *Lambot* (*E.*); *Vereecken* (*E.*); *Verhelle* (*A.*).

Marchal (Le chevalier Edm.). Remet pour l'*Annuaire* sa notice sur feu G. De Man, 483. — État général des recettes et des dépenses de la Caisse centrale des artistes belges, pendant l'année 1896 (lecture), 750. — Note bibliographique : voir *Bernaert* (*Éd.*).

Marchal (*Ém.*), *Laurent* (*Ém.*), *Carpiaux* (*Ém.*). Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures, 815; rapport de MM. Errera, Gilkinet et Crépin, 813, 814, 986.

Marchal (*J.*). Sur le calcul des nombres premiers (dépôt aux archives sur le rapport verbal de M. Mansion), 226.

Masius (*J.-B.-N.-V.*). Élu membre titulaire, 951.

Massart (*J.*). Mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux (*Mémoire couronné*). Rapports de MM. Errera, Gilkinet et Crépin, 784, 792; proclamé lauréat, 949.

Matthieu (*Ernest*). Hommage d'ouvrage avec note par Ch. Duvi vier. (Histoire de l'enseignement primaire en Hainaut), 589, 591.

Mendeléiff (*Dmitri Ivanowich*). Élu associé, 950.

Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics. Envoi d'ouvrages, 371, 749.

Ministre de la Guerre. Envoi de la 5e livraison de la carte topographique de la Belgique, 2.

Ministre de l'Industrie et du Travail Envoi d'ouvrage, 337.

Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique. Envoi d'ouvrages, 204, 378, 472, 483, 588, 666, 728, 749.

Ministre de la Justice. Envoi d'ouvrages, 474.

Moeller (*Ch.*). Hommage d'ouvrage avec note par V. Brants (Éléonore d'Autriche, etc.), 475, 477.

Montenez (*Georges*). Premier second prix du grand concours de gravure en 1896, 482, 654.

Mortelmans (*L.*). Rapport (séjour à Rome); Hélios (partition). Lecture des appréciations de MM. Huberti et F. van Duyse, 372, 484.

Mourlon (*Michel*). Les mers quaternaires en Belgique, 671. — Membre de la Commission des finances, 668.

N

Nadaillac (Le marquis *de*). Hommage d'ouvrages, 474.

Neuberg (*J.*). Rapport : voir *Cesàro* (*G.*).

Niesten (*L.*). Prix Mailly (voir *Ciel et Terre*).

Nuel (*J.-P.*). Prix quinquennal des sciences médicales (en partage avec L. Fredericq), 666.

O

Observatoire royal de Belgique. Hommage d'ouvrage, 495.

P

Pasquier (*Ern.*). Sur les solutions multiples du problème des comètes, 111. — Rapports de MM. Ch. Lagrange et Terby, 5, 16.

Peeters (*L.*). Deuxième second prix du grand concours de gravure en 1896, 483, 655.

Peyrot (*Ph.-H.*). Hommage d'ouvrage avec note par J. Vollgraff (Paciani Barcelonensis Episcopi opuscula), 729, 737.

Pingaud (*L.*). Hommage d'ouvrage avec note par Ch. Piot (Auguste Castan), 128, 479.

Piot (*Ch.*). Hommage d'ouvrage avec note (Correspondance du cardinal de Granvelle, t. XII), 589, 590. — Membre de la Commission des finances, 739. — Rapports : voir *Fredericq* (*P.*); *Magnette* (*F.*). — Note bibliographique : voir *Pingaud* (*L.*).

Plateau (*F.*). Comment les fleurs attirent les Insectes. Deuxième partie, 505. — Rapports : voir *De Bruyne* (*C.*); *Heymans* (*J.-F.*); *Lahousse* (*E.*); *Van der Stricht* (*O.*); *Willem* (*V.*).

Potvin Ch.). Hommage d'ouvrage, 474. — Rapport : voir *Burny* (*F.*) et *Hamande* (*L.*).

Prestwich (sir *J.*). Décès, 2.

Prins (*Ad.*). Rapport : voir *Hubert* (*Eug.*).

Prinz (*W.*). Hommage d'ouvrage, 495. — Prix Mailly (voir *Ciel et Terre*).

R

Radoux (*Th.*). La musique et les écoles nationales (discours), 641. Un mot au sujet de ce discours; par Peter Benoît, 751. — Rapport : voir *Lebrun* (*P.*).

Reinach (*Th.*). Remercie pour son diplôme d'associé, 127. — Hommage d'ouvrages, 474.

Renard (*A.-F.*). La météorite de Lesves et le mode de formation des météorites pierreuses, 225. — Rapport : voir *Cesàro* (*G.*).

Renault (*B.*). Hommage d'ouvrages, 2, 667.

Robie (*J.*). Membre de la Commission des finances, 751. — Rapport : voir *Delville* (*J.*).

Rolin (*A.*). Hommage d'ouvrage, 475.

Romanoff (*L.*). Sur la solubilité réciproque du bismuth et du plomb dans le zinc. Existence d'une température critique, 51.

Rombaux (*Égide*). Septième rapport (lecture des appréciations de MM. Jaquet, De Groot et Vinçotte), 750.

Rondot (*Natalis*). Les Graveurs sur bois et les Imprimeurs à Lyon au XV^e siècle. Les Relieurs des livres à Lyon du XIV^e au XVII^e siècle. Les Médailleurs lyonnais. Graveurs d'estampes à Lyon au XVII^e siècle (note sur ces ouvrages, par H. Hymans), 205.

S

Samuel (*Ad.*). Membre de la Commission des finances, 751.

Schiaparelli (*G.-V.*). Hommage d'ouvrages, 667.

Schuyten (*M.-C.*). Influence des variations de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves, 315; rapports de MM. Delbœuf et L. Fredericq, 235, 238. — Sur les dérivés cadmiques halogénés de l'antipyrine, 866; rapport de MM. Spring et Jorissen, 814, 815.

Selys Longchamps (*Le b^{on} Edm. de*). Hommage d'ouvrage, 2.

Sleeckx (*D.*). Hommage d'ouvrages, 588.

Snieders (*Aug.*). Délégué de l'Académie au XXIII^e Congrès de littérature néerlandaise, 127.

Société des mathématiciens, à Prague. Invite l'Académie au III^e centenaire de Descartes, 728.

Société industrielle d'Amiens. Adresse son programme de concours pour l'année 1896-1897, 494.

Solvay (*E.*). Dépose un pli cacheté, 222.

Solvay (*Lucien*). Lauréat du concours des cantates françaises (1895), 655.

Spring (*W.*). Sur la couleur et le spectre lumineux de quelques corps organiques, 43. — Sur la solubilité réciproque du bismuth et du plomb dans le zinc. Existence d'une température critique, 51. — Promu au grade d'officier de l'Ordre de Léopold, 755. — Accepte de faire la biographie d'Aug. Kekulé, 222. — Rapports : voir *Biltris* (*Alfr.*); *Delacre* (*M.*); *Emmens* (*Stephan*); *Hemptinne* (*A. de*); *Schuyten* (*M.-C.*); *Vandevelde* (*A.-J.-J.*); *Prix Stas* (Table des matières).

Stallaert (*J.*). Membre de la Commission des finances, 751.

Stecher (*J.*). Rapport : voir *Wilmotte* (*M.*).

Sterckx (*A.*). Grand prix de gravure en 1896, 482, 654.

Stroobant (*L.*). Hommage d'ouvrage, 475.

Stroobant (*P.*). Hommage d'ouvrage avec note par F. Terby. (Les Bielides, résultats des observations de 1895,) 495, 499. — Prix Mailly (voir *Ciel et Terre*).

T

Tackels (*C.-J.*). Hommage d'ouvrage. 3.

Tardieu (*Ch.*). Mort de M^{me} Tardieu (condoléances), 748.

Terby (*Fr.*). Rapports : voir *Ciel et Terre* (prix Mailly); *Pasquier* (*Ern.*). — Note bibliographique : voir *Stroobant* (*P.*).

Thomas (*P.*). Hommage d'ouvrage avec note par P. Willems (Sénèque. Extraits des lettres à Lucilius et des traités de morale), 729, 732. — Note bibliographique : voir *Justice* (*Ch.*).

Tilly (*J. De*). Membre de la Commission des finances, 668. — Rapport : voir *Cesàro* (*G.*).

Tisserand (*F.-F.*). Décès, 494.

Toussaint (*Le chanoine*). Hommage d'ouvrage, 338.

Treub (*Melchior*). Élu associé, 951.

V

Valérius (*H.*). Rapport : voir *Emmanuel* (*C.*).

Van den Corput (Le D^{r}). Hommage d'ouvrages avec note par Alph. Wauters (*A.* Bruxellensia. Croquis artistiques et historiques. *B.* Le poison alcool. *C.* La loi de l'alcool), 338.

Vander Haert (*H.*). Son buste par J. Hérain (appréciation du modèle), 484.

Vanderkindere (*L.*). Quelques feuillets de la vie privée des Athéniens, 169. — Note bibliographique : voir *Frank* (*L.*).

Van der Mensbrugghe (*G.*). Sur les nombreux effets de l'élasticité des liquides, 1re et 2^{e} notes, 270, 418. — Discours aux funérailles de François Donny, 496. — Rapports : voir *Emmens* (*Stephan*); *Vandevyver* (*L.-N.*).

Van der Stricht (*O*). Système nerveux périphérique de l'Amphioxus (*Mémoire couronné*). Rapports de MM. Van Bambeke, Plateau et Van Beneden, 774, 784. — Proclamé lauréat, 949.

Vandevelde (*A.-J.-J*). Recherches sur l'éther phénoxacétique. Son action sur l'éther chloracétique, 302; rapport de MM. Spring et Henry, 234, 235.

Vandevyver (*L.-N.*). Temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique, 467; rapport de MM. Van der Mensbrugghe et P. De Heen, 386, 387.

Vanlair (*C.*). Hommage d'ouvrage, 667.

Vereecken (*E.*). Troisième rapport et requête au sujet de sa quatrième année de voyage (lecture des appréciations de MM. Winders, Janlet et Maquet), 485, 636.

Verhelle (*A.*). Cinquième rapport (lecture des appréciations de MM. Winders, Janlet et Maquet), 749.

Vial (*E.*). Sur la formule π (dépôt aux archives sur le rapport verbal de M. Mansion), 226.

Vincent (*J.*). Hommage d'ouvrage, 222.

Vinçotte (*Th.*). Rapport : voir *Rombaux* (*Égide*).

Vloors (*E*). Lauréat du concours d'art appliqué (peinture), 637, 653; remerciements, 749.

Vollgraff (*J.-C.*). Note bibliographique : voir *Peyrot* (*Ph.-H.*).

Vuylsteke (*J.*). Rapport : voir *Fredericq* (*P.*).

W

Wagner (*Otto*). Hommage d'ouvrages, 749.

Waltzing (*J.*). Le dieu celtique Intarabus ou Entarabus, 744; rapport de MM. Kurth et Willems (P.), 745.

Wannyn (*Jean*). Hommage d'ouvrage, 538.

Wauters (*Alph.*). Hommage d'ouvrage, 589. — Membre de la Commission des finances, 739. — Rapport : voir *Fredericq* (*P.*). — Notes bibliographiques : voir *Devillers* (*L.*) et *Van den Corput*.

Willem (*Victor*). Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance, 563; rapports de MM. Plateau et L. Fredericq, 502, 504.

Willems (*Alph*) Notes sur les *Oiseaux* d'Aristophane, 603.

Willems (*P.*). Membre de la Commission des finances, 739. — Rapports : voir *Waltzing* (*J.*). — Note bibliographique : voir *Thomas* (*P.*)

Wilmotte (*Maurice*) Mémoire sur les passions allemandes du Rhin dans leurs rapports avec l'ancien théâtre français. Rapport de MM. Stecher et P. Fredericq, 740, 742.

Winders (*J.*). Rapports : voir *Lambot* (*E.*); *Vereecken* (*E.*); *Verhelle* (*A.*).

TABLE DES MATIÈRES.

A

Adanson (Michel). Son cabinet d'histoire naturelle; par Alph. Goovaerts, 380.

Aéroplane à ailes; par A. de Longrée (dépôt aux archives), 379.

Alcaloïdes. Voir *Orchidacées.*

Alcool. Note par Alph. Wauters (La loi de l'alcool. — Le poison alcool, par le Dr Van den Corput), 338.

Alcools nitrés (Sur divers); par L. Henry, 17.

Algues. Note par L. Errera (La Flore des Algues de Belgique, par E. De Wildeman), 225.

Amphioxus. Le système nerveux périphérique de l'Amphioxus; par J.-F. Heymans et O. Van der Stricht. Rapport par MM. Van Bambeke, Plateau et Van Beneden, 774, 784.

Anesthésique chez les Céphalopodes. Voir *Éthyle.*

Anniversaires. Soixante-dixième anniversaire de naissance de Stan. Cannizzaro, 666. — Trois-centième anniversaire de naissance de Descartes, à Prague (M. von Hoefler, délégué de l'Académie), 728.

Antipyrine. Sur les dérivés cadmiques halogénés de l'antipyrine; par M.-C. Schuyten, 866; rapports de MM. Spring et Jorissen, 814, 815.

Aristophane. Notes sur les oiseaux d'Aristophane; par A. Willems, 603.

Astronomie. UNE RÉACTION EN ASTRONOMIE. Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané; par F. Folie, 387. — Rapports de MM. Folie, Le Paige et Terby (Prix Mailly décerné au Comité de la Revue « Ciel et Terre »), 803, 808, 809.

Athéniens. Quelques feuillets de la vie privée des Athéniens; par L. Vanderkindere, 169.

Atome. Voir *Molybdène* et *Poids.*

Attention. Influence des variations de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves; par M.-C. Schuyten, 315; rapports de MM. Delbœuf et L. Fredericq, 235, 238.

Azote. Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures; par Ém. Laurent, Ém. Marchal et

Ém. Carpiaux, 815, 986; rapport de MM. L. Errera, Gilkinet et Crépin, 813, 814.

B

Belgique. Note par T.-J. Lamy (La Belgique sous la domination française, par L. Delplace, S. J.), 475. — Voir *Algues; Caisses d'épargne, Écoles.*

Benzène. Étude de la synthèse du benzène par l'action du zinc éthyle sur l'acétophénone (5e et 6e communications); par Maurice Delacre, 95, 446; rapports de MM. L. Henry et Spring, 4, 5, 380, 382.

Bielides. Note par F. Terby (Les Bielides, résultats des observations de 1895; par P. Stroobant), 499.

Billets cachetés déposés par MM. Lagrange (Ch.), 2, 222; Solvay (Ern.), 222; Errera (L.), 754.

Bismuth. — Voir *Solubilité.*

Bruxelles. Note par P. Thomas (Anecdota Bruxellensia, III; par Ch. Justice), 156. — Note par Alph. Wauters (Bruxellensia. Croquis artistiques, par le Dr Van den Corput), 338.

Bustes des académiciens décédés. Appréciations des modèles des bustes de Guillaume Geefs, par Georges Geefs; de H. Vander Haert, par J. Hérain, 484; de J.-B. Brasseur, par Ém. Cantillon, 759.

C

Caisse centrale des artistes. État général des recettes et des dépenses pendant l'année 1896; par M. le chevalier Edm. Marchal, 750.

Caisses d'épargne en Belgique (Histoire des). Voir *Concours de la Classe des lettres.*

Calcul. Voir *Nombres.*

Carrés (Moindres). Démonstration du principe de la moyenne par les probabilités *a posteriori;* par Ch. Lagrange, 60.

Cartulaire. Note par Alph. Wauters sur le Cartulaire des comtes de Hainaut, t. VI, publié par L. Devillers, 155.

Castan (Auguste). Note par Ch. Piot sur la brochure de Léonce Pingaud (A. Castan), 479.

Céphalopodes. Voir *Éthyle.*

Chanson. A LI SUI DOUNES, chanson de trouvère découverte aux archives de Tournai; par Flor. van Duyse, 211, 986.

Charles Ier, de Roumanie, fondateur du royaume (Étude historique et juridique), lecture par J. Bohl, 481.

Cicatrisation. Voir *Végétaux.*

Comètes. Sur les solutions multiples du problème des comètes; par Ern. Pasquier, 111; rapports de MM. Ch. Lagrange et Terby, 5, 16.

Commission pour la publication des œuvres des grands musi-

ciens du pays : Œuvres de Grétry, 20me livraison, 371.

Commission royale d'histoire. Liste des ouvrages déposés dans la Bibliothèque de l'Acad., 661.

Commissions spéciales des finances. Réélection : Sciences, 668. Lettres, 739. Beaux-arts, 751.

Composés tri-méthyléniques (Sur divers), par L. Henry, 253. — Voir *Volatilité*.

Concours : voir *Prix*.

Concours de la Classe des beaux-arts, **1896** (Art appliqué : peinture et gravure en médaille). Jugement, 637 ; MM. Ém. Vloors et J. Baetes, lauréats, 637, 639 ; proclamation, 653, 654 ; remerciements des lauréats, 749.

Concours de la Classe des lettres (**1894**) : BURNY (F.) et HAMANDE (L.), Histoire des caisses d'épargne en Belgique (imprimé dans le tome LVI des *Mémoires* in-8°, sur la proposition de MM. Denis, Potvin et Banning), 157. M. Denis remet la seconde partie du texte de ce mémoire, 728. (**1897**) : Mémoires reçus et nomination des commissaires, 594. — Programmes pour 1898 et 1899, 129, 142.

Concours de la Classe des sciences (**1896**) : Mémoires reçus et nomination des commissaires, 223, Mémoire sur la phagocytose ; auteur couronné : le Dr C. De Bruyne. Rapports de MM. Plateau, Van Bambeke et Errera, 755, 766, 767. — Description des minéraux du sol belge ; auteur couronné : G. Cesàro. Rapports de MM. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Renard, 768, 771, 774. — Système nerveux périphérique de l'Amphioxus ; auteurs couronnés : J.-F. Heymans et O. Van der Stricht. Rapport de MM. Van Bambeke, Plateau et Van Beneden, 774, 784. — Cicatrisation chez les végétaux ; auteur couronné : J. Massart. Rapports de MM. Errera, Crépin et Gilkinet, 784, 792. — Proclamation, 948.

Concours (Grands). Prix de Rome :

ARCHITECTURE (**1890**). Cinquième rapport du lauréat Verhelle (lecture des appréciations de MM. Winders, Janlet et Maquet, 749. — (**1893**) Troisième rapport et requête du lauréat Vereecken demandant à pouvoir différer les voyages qui lui sont imposés pour sa quatrième année d'études (lecture des appréciations de MM. Winders, Janlet et Maquet), 483, 636. — (**1896**) M. Aug. Cols, lauréat, 370, 654 ; Allocation de sa pension, 749.

GRAVURE (**1896**). Lauréats, 482, 654.

MUSIQUE (**1891**). LEBRUN (P.). Second acte de la *Fiancée d'Abydos* et rapport sur son voyage en Autriche (lecture des appréciations de MM. Huberti, Gevaert et Radoux), 372. — (**1893**.) MORTELMANS (L.). Lecture des appréciations de MM. Huberti et Flor. van Duyse : 1° sur sa partition *Hélios* ; 2° sur son rapport relatant son *séjour à Rome*, 372, 484. — (**1895**). Exécution de la cantate de M. N. Daneau, 1er second prix, 655.

PEINTURE (**1895**). DELVILLE (JEAN). Premier rapport (lecture des appréciations de MM. Hymans, Robie, Hennebicq et Cluysenaar), 372.

SCULPTURE (**1891**). Septième rapport du lauréat Égide Rombaux, 371; lecture des appréciations de MM. Jaquet, De Groot et Vinçotte, 750. — (**1897**.) Programme, 749.

Concours Godecharle. ARCHITECTURE (**1893**). Envoi réglementaire et premier rapport (troisième année d'études) du lauréat E. Lambot. (Lecture des appréciations de MM. Maquet, Janlet et Laureys), 484, 749.

Concours des cantates. M. L. Solvay, lauréat en 1895, 655.

Congrès de littérature néerlandaise, à Anvers (XXIIIe session). M. Aug. Snieders, délégué de l'Académie, 127.

Couleur et spectre lumineux de quelques corps organiques; par W. Spring, 43.

Cyclones. Voir *Tempêtes.*

D

Dansers, etc. (De Secten der). Voir *Secten (De).*

De Man (G.). Sa notice pour l'*Annuaire;* par le chevalier Edm. Marchal, 483.

Dérivés monocarbonés (Recherches sur les), § XII; par L. Henry, 33.

Déterminant d'un système transformable (Quelques propriétés du); par Jacq. Deruyts, 433.

Dieu (Le) celtique INTARABUS ou ENTARABUS; par J. Waltzing, 714; rapport de MM. G. Kurth et P. Willems, 743.

Dons : Ouvrages imprimés, par : Albert Ier, prince de Monaco, 379; Arendt (L.), 475; Aubel (Van), 495; Bambeke (Ch. Van), 222; Bernaert (Éd.), 729; Blok (P.-J.), 729; Cauchie (Alfr.), 729; Cesàro (Ern.), 667; Chestret de Haneffe (Le baron J.), 538; Clémen (Otto), 589; Corin (G.), 495; Cumont (G.), 589; de Jonghe (Le vicomte B.), 338; Delaborde (Le comte H.), 749; Delacre (M.), 379; Delplace (L.), 475; De Ridder (Alfr.), 475; Detroz, 589; Devillers (L.), 128; De Wildeman (E.), 222; Errera (L.), 379, 754; Faidherbe (A.), 128; Folie (F.), 495; Frank (L.), 729; Fredericq (L.), 495; Gaudry (A.), 222; Gevaert (F.-A.), 483; Gille (V.), 128; Goblet d'Alviella (le comte Eug.), 588; Goeij (Roger de), 128; Goffinet (V.), 667; Héger (P.), 223; Henrijean (F.), 495; Houzé (E.), 2; Hynderick de Theulegoet (le chevalier) 729; Institut Solvay, 223; Jacobus (Dom), 474; Janssens (E.), 128; Jorissen (A.), 379; Justice (Ch.), 128; Kölliker (A.), 2, 379; Lallemand (L.), 729; Lancaster (A.), 667; Laurent (Ém.), 222, 754; Lefèvre-Pontalis, (A.), 338; Matthieu (Ern.), 589; Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics, 371, 749; Ministre de la Guerre, 2; Ministre de l'Industrie et du Travail, 337; Ministre de la Justice, 474; Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 204, 378, 472, 483, 588, 666, 728, 749; Moeller (Ch.), 475; Nadaillac (le marquis de), 474; Observatoire royal de Belgique, 495; Peyrot (P.-H.), 729; Pingaud (L.), 128; Piot (Ch.), 589; Potvin (Ch.), 474; Prinz (W.), 495; Reinach (Th.), 474; Renault (B.), 2, 667; Rolin (A.), 475; Schiaparelli (G.-V.), 667; Selys Longchamps (le b^on Edm. de), 2; Sleeckx (D.), 588; Stroobant (L.), 475; Stroobant (P.), 495; Tackels (C.-J.), 3; Thomas (P.), 729; Toussaint, 338; Van den Corput (le D^r), 338; Vanlair (C.), 667; Vincent (J.), 222; Wagner (Otto), 749; Wannyn (J.), 338; Wauters (Alph.), 589.

E

École. Note par T.-J. Lamy (De la création d'une École historique belge à Rome; par Alfr. Cauchie), 733.

Élasticité des liquides (Sur les nombreux effets de l'), par G. Van der Mensbrugghe, 1^re et 2^e notes, 270, 418.

Élections. CLASSE DES LETTRES. MM. Reinach et Bryce remercient pour leurs diplômes d'associé, 127.

CLASSE DES SCIENCES. M. Masius, élu membre titulaire, 951; MM. Mendeleiff, Beltrami, Janssen, Des Cloizeaux et Treub, élus associés, 950, 951.

Électricité. *A.* Sur la nature de l'électricité, 75; *B.* Note relative à quelques conditions d'équilibres infra-électriques et à la conduction de cette énergie, 426; *C.* Impression photographique produite par les courants gazeux renfermant des particules solides en suspension, 534; *D.* Sur l'infinie variété de l'énergie électrique, 712; *E.* Sur le système du monde électro-dynamique de Zenger, 717; par P. De Heen. — Étude sur l'effluve électrique et les rayons de Röntgen, première partie (*Mémoires*). Rapports de MM. De Heen et Spring, 382, 383; seconde partie, 667.

Éléonore d'Autriche. Note par V. Brants (Éléonore d'Autriche et de Bourgogne, reine de France; par Ch. Moeller), 477.

Élèves (Attention des). — Voir *Attention.*

Enseignement. Note par Ch. Duvivier (Histoire de l'enseignement primaire en Hainaut; par Ern. Matthieu), 591. — Voir *Attention.*

Erreur. A propos d'une prétendue erreur; par L. Henry, 39.

Escaut (Liberté de l'). — Voir *Joseph II.*

Éther phénoxacétique. Son action sur l'éther chloracétique; par Vandevelde (A.-J.-J.), 302; rapport de MM. Spring et Henry, 234, 235.

Éthyle. Le bromure d'éthyle comme anesthésique opératoire chez les Céphalopodes; par J.-F. Heymans, 578; avis de MM. Plateau et Fredericq (L.), 500.

Éthyle sodé. — Voir *Phénoxacétate*.

F

Femme. Note par L. Vanderkindere (*A*. L'épargne de la femme mariée; *B*. Le témoignage de la femme; *C*. La femme contre l'alcool; par L. Frank), 736.

Fleurs. Comment les fleurs attirent les Insectes. Deuxième partie, par F. Plateau, 505.

Fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur; par J. Beaupain (*Mémoires des savants étrangers*, in-4°); rapports de MM. J. Deruyts, Le Paige et Mansion, 669, 670. — Fonctions invariantes associées à un système transformable; par Jacques Deruyts, 82. — Sur un nouveau développement de la fonction gamma qui contient la série de Stirling et celle de Kummer; par G. Landsberg, 667.

Fondations. — Voir *Concours*; *Prix*.

Formule π, par E. Vial (Note déposée aux archives après rapport verbal de M. Mansion), 226.

Funérailles. Discours prononcés aux funérailles : de François Donny, par G. Van der Mensbrugghe, 496; du lieutenant général P. Henrard, par le comte Goblet d'Alviella, 730. — Derniers honneurs à rendre à la mémoire de J. Delbœuf (M. Gilkinet, délégué de l'Académie), 378, 754.

G

Geeselaars (De Secten der). Voir *Secten* (*De*).

Géographie et géologie. La géographie physique et la géologie, par Ch. de la Vallée Poussin, 925.

Glycérine. Voir *Nitro-glycérine*.

Glycol éthylénique (Sur la préparation du), par L. et P. Henry, 402.

Granvelle. Note par Ch. Piot sur le tome XII de la Correspondance du cardinal de Granvelle, 590.

Grotte. La grotte du mont Falhise (Anthée), par J. Fraipont, 754.

H

Hainaut. Voir *Cartulaire* et *Enseignement*.

I

Insectes. Comment les fleurs attirent les Insectes. Deuxième partie, par F. Plateau, 505.

Invertébrés. Mémoire sur l'intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés, par le Dr C. De Bruyne. Rapports par MM. Plateau, Van Bambeke et L. Errera, 755, 766, 767.

J

Jean de Goch. Note par P. Fredericq (Johan Pupper von Goch; von Otto Clemen), 593.

Joseph II et la liberté de l'Escaut. La France et l'Europe, par F. Magnette (*Mémoires* in-8°, t. LV). Rapports de MM. Piot, Banning et P. Fredericq, 157, 159, 168.

Jubilé. — Voir *Anniversaire.*

Juif-Errant. Note par le chevalier Edm. Marchal (Les dix jours du Juif-Errant; poème par Éd. Bernaert), 754.

K

Kekulé von Stradonitz (*F.-A.*). M. Spring promet sa notice pour l'Annuaire, 222.

L

Liberté de l'Escaut. Voir *Joseph II.*

Limnées. Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance, par V. Willem, 563; rapport de MM. Plateau et L. Fredericq, 502, 504.

Liquides. Voir *Élasticité.*

Littérature néerlandaise. Voir *Congrès.*

Lyon. Note par H. Hymans. (Graveurs sur bois et imprimeurs à Lyon au XV^e^ siècle. Relieurs de livres à Lyon du XIV^e^ au XVII^e^ siècle. Les médailleurs lyonnais. Graveurs d'estampes à Lyon au XVII^e^ siècle; par N. Rondot), 205.

M

Mers (Les) quaternaires en Belgique; par M. Mourlon, 671.

Météorite (La) de Lesves et le mode de formation des météorites pierreuses; par A.-F. Renard, 223.

Minéraux. Description des minéraux du sol belge, par G. Cesàro. Rapports par MM. Dewalque, Ch. de la Vallée-Poussin et Renard, 768, 771, 774.

Mispickel (Le) de Nil-Saint-Vincent; par G. Cesàro, 279.

Molybdène. Sur le poids atomique du molybdène. Rapports de MM. Spring, L. Henry et De Heen, 793, 798, 802.

Monde. Note sur le système du monde électro-dynamique de Zenger; par P. De Heen, 717.

Mont Falhise, Anthée (La grotte du); par J. Fraipont, 754.

Monument. Le monument chrétien de Si-ugan-fou, son texte et sa signification; par T.-J. Lamy et A. Geluy, 729.

Mouvement perpétuel. Dépôt aux archives d'une lettre de M. Constantin Emmanuel, examinée par M. Valérius, 668.

Muscles. Contribution à l'étude des phénomènes polaires des muscles; par le D^r^ E. Lahousse, 545; rapport de MM. L. Fredericq et Plateau, 500, 501.

Musique. La musique et les écoles

nationales; discours par Th. Radoux, 641. Un mot au sujet de ce discours; par Peter Benoit, 751.

N

Nécrologe : Curtius (Ern.), 337; Delbœuf (Joseph), 378; Donny (François), 494; Fizeau (A.-H.-Louis), 378; Henrard (Paul), 727; Kekulé von Stradonitz (F.-A.), 222; Prestwich (sir Joseph), 2; Tardieu (Mme Ch.), 748; Tisserand (F.-F.), 494.

Nitro-glycérine (Analyse de la); par L. Henry, 266.

Nombre premiers (Calcul des); par Jos. Marchal (note déposée aux archives après rapport verbal de M. Mansion), 226.

O

Oiseaux. Notes sur les Oiseaux d'Aristophane; par A. Willems, 603.

Orchidacées Contribution à l'étude de la localisation microchimique des alcaloïdes dans la famille des Orchidacées, par E. De Droog (*Mémoires* in-8o, t. LV). Rapport de MM Jorissen, Errera et Crépin, 384, 386.

Ordre de Léopold. MM. Candèze, Van Bamkeke et Spring, promus officiers, 753.

Ouvrages présentés. Juillet, 218; août, 372; octobre, 485; novembre, 656; décembre, 951. — Voir *Dons*.

P

Pacien (évêque). Note par J.-C. Vollgraff (Paciani Barcelonensis Episcopi opuscula, par Ph.-H. Peyrot), 737.

Passions. Mémoire sur les passions allemandes du Rhin dans leurs rapports avec l'ancien théâtre français, par Maurice Wilmotte. Rapports de MM. J. Stecher et P. Fredericq, 740, 742.

Pays-Bas autrichiens. — Voir *Torture.*

Peuple néerlandais. Note par Paul Fredericq (Geschiedenis van het Nederlandsche volk, derde deel, door P.-J. Block), 735.

Phénoxacétate d'éthyle sodé (Sur le), par A.-J.-J. Vandevelde, 302; rapport de MM. Spring et Louis Henry, 234, 235.

Phagocytose. Intervention de la phagocytose dans le développement des Invertébrés. Rapports sur ce mémoire couronné du Dr C. De Bruyne, par MM. Plateau, Van Bambeke et L. Errera, 755, 766, 767.

Photographie Le Bon (Sur la); par P. De Heen, 75. — Impression photographique produite par les courants gazeux renfermant des particules solides en suspension; par P. De Heen, 534.

Piétés féroces. Note par le chevalier Edm. Marchal (Les piétés féroces. Pour Allah! par Éd. Bernaert), 734.

Plantes supérieures. Voir *Azote.*
Plomb. Voir *Solubilité.*
Poids. Dépôt aux archives d'une lettre de M. Stephan Emmens sur l'existence de certaines relations de poids chez les corps. Rapport de MM. Spring et Van der Mensbrugghe, 670, 671.
Polyèdres superposables à leur image (*Mémoires* in-4° de l'Académie, t. LIII), par G. Cesàro. Rapports de MM De Tilly, Neuberg et de la Vallée Poussin (Ch.), 226, 230, 231.
Population. De l'accroissement de la population et de ses effets dans l'avenir; par le général A. Brialmont, 884.
Prix Anton Bergmann (deuxième période). Programme, 137, 151.
Prix Castiau (sixième période). Programme, 140, 154.
Prix Édouard Mailly (première période, 1892-1895). Rapports de MM. Folie, Le Paige et Terby, 803, 808, 809; proclamation, 949.
Prix Émile de Laveleye (première période). Programme, 142.
Prix de Saint-Genois (troisième période). Programme, 136, 150; sans résultat, 595.
Prix Jean-Servais Stas. Mémoire sur le poids atomique du molybdène. Rapports de MM. Spring, L. Henry et De Heen, 793, 798, 802; proclamation, 949.
Prix de Stassart (Histoire nationale, cinquième période, 1871-1888). M. Kurth, lauréat, remet la seconde partie de son mémoire pour l'impression, 728; programme de la VII^e^ période. 135, 149. — (Notice sur un Belge célèbre.) Programme de la VIII^e^ période, 135, 149.
Prix Joseph De Keyn (neuvième concours). Programme, 138, 152.
Prix Joseph Gantrelle (troisième et quatrième périodes). Programme, 141.
Prix triennal de littérature dramatique en langue française (treizième période). Liste double de candidats pour la formation du jury, 588, 739.
Prix quinquennal des sciences sociales (troisième période). Liste double de candidats pour la formation du jury, 588, 739.
Prix quinquennal des sciences médicales. Prix en partage décerné à MM. L. Fredericq et Nuel, 666.
Prix quinquennal des sciences historiques (troisième période, 1891-1895). M. Godfr. Kurth, lauréat (félicitations), 587, 655.
Prix décennal des sciences minéralogiques. Liste double de candidats pour la formation du jury, 668.
Probabilités. Voir *Carrés* (*Moindres*).

Q

Quinhydrones mixtes; par Alfr. Biltris, 286; rapport de MM. Spring et L. Henry, 232, 233.

R

Radiographie. Temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique; par L.-N. Vandevyver, 467; rapport de MM. Van der Mensbrugghe et De Heen, 386, 387. — Voir *Électricité*.

Radiomètre (Note sur sa théorie); par P. De Heen, 75.

Rayons Röntgen. Voir *Électricité* et *Radiographie*.

S

Salaire. Note par L. Vanderkindere (Les salaires de la famille ouvrière, par L. Frank), 736.

Secten (De) der Geeselaars en der Dansers in de Nederlanden tijdens de XIVe eeuw; door P. Fredericq (*Mémoires* in-4º). Lecture des rapports de MM. Wauters, Vuylsteke et Piot, 739.

Sénèque. Note par P. Willems (Sénèque. Morceaux choisis; par P. Thomas), 732.

Si-ugan-fou. Le monument chrétien de Si-ugan-fou; par T.-J. Lamy et A. Geluy, 729.

Solubilité. Sur la solubilité réciproque du bismuth et du plomb dans le zinc. Existence d'une température critique; par W. Spring et L. Romanoff, 51.

Spectre lumineux. Voir *Couleur*.

T

Température atmosphérique. — Voir *Attention*.

Température critique. — Voir *Solubilité*.

Tempêtes et cyclones; par le chevalier A. de Longrée (note déposée aux archives sur l'avis de M. Lancaster), 668.

Théâtre français (Ancien). — Voir *Passions*.

Torture aux Pays-Bas autrichiens pendant le XVIIIe siècle (La), par Eug. Hubert (*Mémoires des savants étrangers*, in-4º, t. LV). Rapports de MM. Prins, Duvivier et Brants, 595, 601, 602.

Tube de Crookes (Vérification expérimentale de notre théorie du); par P. De Heen, 277.

V

Valléite (La), nouvelle amphibole orthorhombique; par G. Cesàro, 536.

Volatilité. Recherches sur la volatilité dans les composés carbonés. De la volatilité des composés chloro-nitrés et bromo-nitrés; par L. Henry, 240.

Végétaux. Sur le mécanisme de la cicatrisation chez les végétaux; par J. Massart. Rapports sur ce mémoire couronné par MM. L. Errera, Crépin et Gilkinet, 784, 792.

Y

Yi-King (Interprétation du). La version mandchoue et ma traduction; par C. de Harlez, 339.

Z

Zenger. — Voir *Monde*.

TABLE DES PLANCHES ET DES FIGURES.

Cesàro (G.). Le mispickel de Nil-Saint-Vincent (4 figures), 280-285. — La valléite, nouvelle amphibole orthorhombique (6 fig.), 537-541.

De Heen (P.). Sur la théorie du radiomètre, sur la photographie Le Bon et sur la nature de l'électricité (4 planches), 75. — Vérification de notre théorie du tube de Crookes (1 figure), 278. — Note relative à quelques conditions d'équilibres infra-électriques et à la conduction de cette énergie (6 figures et 3 planches), 428-432. — Impression photographique produite par les courants gazeux renfermant des particules solides en suspension (1 planche), 556. — Sur l'infinie variété de l'énergie électrique (4 figures), 712-716. — Note sur le système du monde électro-dynamique de Zenger (1 figure et 2 planches), 718-719.

Duyse (Fl. van). *A li Sui dounes*, chanson de trouvère découverte aux archives de Tournai (2 pl.), 211.

Folie (F.). *Une réaction en astronomie.* Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané (1 figure), 392.

Plateau (F.). Comment les fleurs attirent les Insectes (seconde partie) (1 planche), 534.

Schuyten (M.-C.). Influence des variations de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves (1 figure et 2 planches), 316-336.

Spring (W.) et **Romanoff** (L.). Sur la solubilité réciproque du bismuth et du plomb dans le zinc. Existence d'une température critique (1 figure), 59.

Van der Mensbrugghe (G.). Sur les nombreux effets de l'élasticité des liquides, deuxième note (3 figures), 421-424.

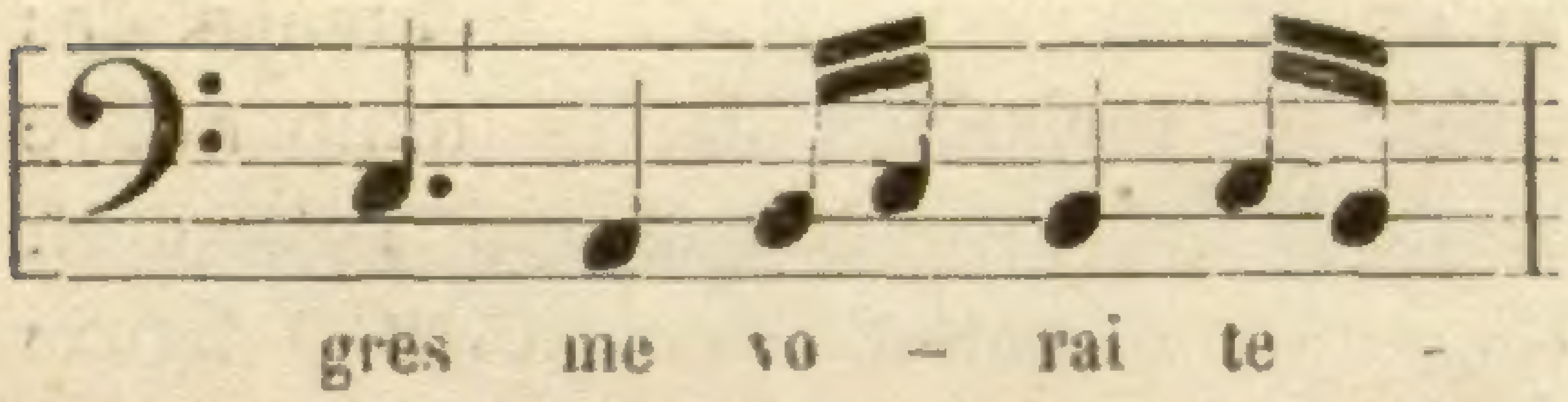
Vandevelde (A.-J.-J.). Recherches sur l'éther phénoxacétique. Son action sur l'éther chloracétique (1 figure), 312.

Vandevyver (L.-N.). Temps de pose qu'exige une bonne épreuve radiographique (3 planches), 470.

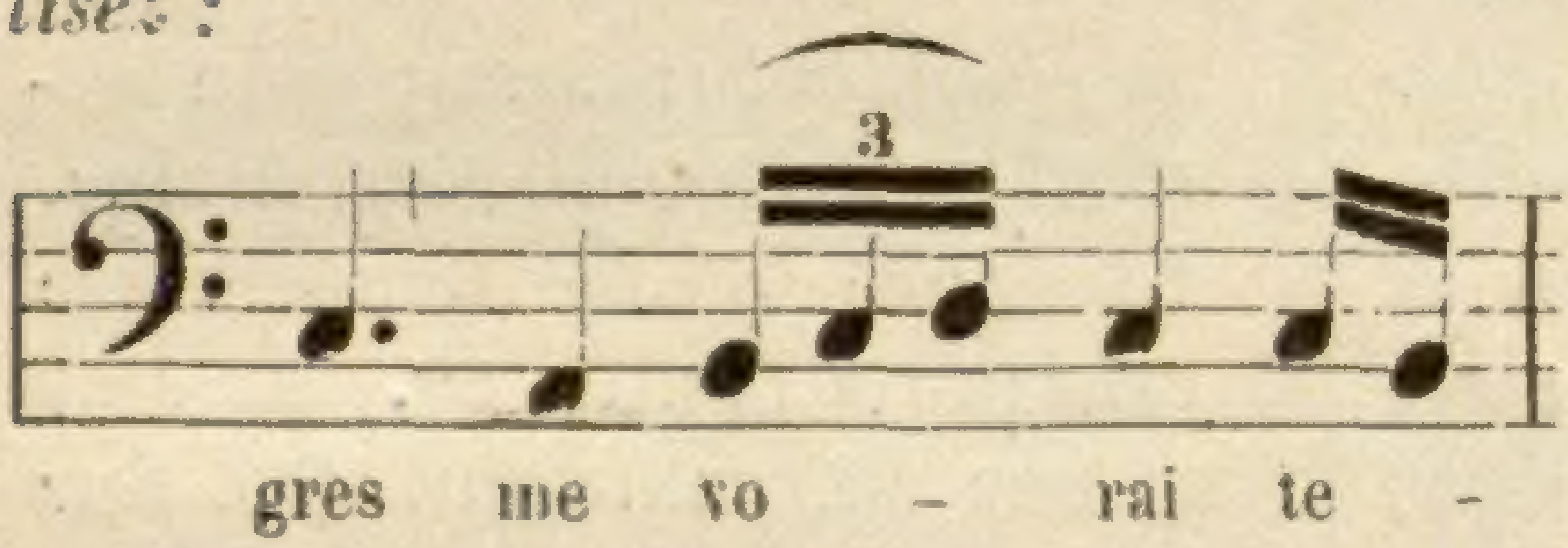
Willem (V.). Observations sur la respiration cutanée des Limnées et son influence sur leur croissance (2 figures), 566-575.

ERRATA.

Page 211. Planche accompagnant la note de M. Fl. van Duyse, 3e portée, *au lieu de :*


gres me vo – rai te -

lisez :


3
gres me vo – rai te -

Page 848, ligne 10, au lieu de : *Azote organique* ($10^{\mathrm{mgr}},0 - 194^{\mathrm{mgr}},7$), lisez : *Azote organique* ($194^{\mathrm{mgr}},7 - 10^{\mathrm{mgr}},0$).

PUBLICATIONS ACADÉMIQUES.

Depuis la réorganisation, en 1816.

Nouveaux Mémoires, t. I-XIX (1820-1845); in-4°. — **Mémoires**, t. XX-LII (1846-1893); in-4°. — Prix : 8 fr. par volume à partir du tome X.

Mémoires couronnés, t. I-XV (1817-1842); in-4°. — **Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers**, t XVI-LIV (1843-1894). — Prix : 8 fr. par volume à partir du tome XII.

Mémoires couronnés, in-8°, t. I-LIV. Prix : 4 fr. par volume.

Tables de Logarithmes, par A. Namur et P. Mansion, in-8°.

Tables des Mémoires (1816-1857) (1858-1878). In-18.

Annuaire, 1re à 63me année, 1835-1896; in-18.

Règlements et Documents, concernant les trois Classes; 1896, in-18.

Bulletins, 1re sér., t. I-XXIII; — 2e sér., t. I-L; — 3e sér., t. I-XXXII, in-8°. — **Annexes** aux *Bulletins* de 1854, in-8°. — Prix : 4 fr. par volume.

Tables générales des Bulletins : t. I-XXIII, 1re sér. (1832-1856). 1858; in-8°. — 2e sér., t. I-XX (1857-1866), t. XXI-L (1867-1880). 1883; in-8°.

Bibliographie académique, 1re édit., 1854, 2e édit., 1874, 3e édit., 1886; in-18.

Catalogue de la Bibliothèque de l'Académie, 1re partie : Sociétés savantes et Recueils périodiques; 2de partie : sciences, lettres, arts, 1881-90; 4 vol. in-8°.

Catalogue de la bibliothèque du baron de Stassart, 1863; in-8°.

Centième anniversaire *de fondation* (1772-1872). 1872; 2 vol. gr. in-8°

Monuments de la littérature flamande.

Œuvres de Van Maerlant : DER NATUREN BLOEME, tome 1er, publié par J. Bormans, 1857; 1 vol. in-8°. — RYMBYBEL, avec Glossaire, publié par J. David, 1858-1860; 4 vol.; — ALEXANDERS GEESTEN, publié par Snellaert, 1860-1862; 2 vol. — **Nederlandsche gedichten**, etc., publiées par Snellaert, 1869; 1 vol. — **Parthonopeus van Bloys**, publié par J. Bormans, 1871; 1 vol. — **Speghel der Wysheit**, van Jan Praet, publié par J. Bormans, 1872; 1 vol.

Œuvres des grands écrivains du pays.

Œuvres de Chastellain, publiées par le baron Kervyn de Lettenhove. 1863-1865, 8 vol. in-8°. — **Le 1er livre des Chroniques de Froissart**, par le même. 1863, 2 vol. — **Chroniques de Jehan le Bel**, par L. Polain. 1863, 2 vol. — **Li Roumans de Cléomadès**, par André Van Hasselt. 1866, 2 vol — **Dits et Contes de Jean et Baudouin de Condé**, par Auguste Scheler. 1866, 3 vol. — **Li ars d'amour**, etc., par J. Petit. 1866-1872, 2 vol. — **Œuvres de Froissart** : *Chroniques*, par le baron Kervyn de Lettenhove. 1867-1877, 26 vol.; — *Poésies*, par Aug. Scheler. 1870-1872, 3 vol.; — *Glossaire*, par le même. 1874, 1 vol. — **Letres de Commines**, par Kervyn de Lettenhove. 1867, 3 vol. — **Dits de Watriquet de Couvin**, par A. Scheler. 1868, 1 vol. — **Les Enfances Ogier**, par le même. 1874, 1 vol. — **Bueves de Commarchis**, par Adenès li Rois, par le même. 1874, 1 vol. — **Li Roumans de Berte aux grans piés**, par le même. 1874, 1 vol. — **Trouvères belges du XIIe au XIVe siècle**, par le même. 1876, 1 vol. — Nouvelle série, 1879, 1 vol. — **Li Bastars de Bullion**, par le même. 1877, 1 vol. — **Récits d'un Bourgeois de Valenciennes (XIVe siècle)**, par le baron Kervyn de Lettenhove. 1877, 1 vol. — **Œuvres de Ghillebert de Lannoy**, par Ch. Potvin. 1878, 1 vol. — **Poésies de Gilles li Muisis**, par Kervyn de Lettenhove. 1882, 2 vol. — **Œuvres de Jean Lemaire de Belges**, par J. Stecher. 1882-91, 5 vol. avec notice. — **Li Regret Guillaume**, par A. Scheler. 1882, 1 volume.

Biographie nationale.

Biographie nationale, t. I à XIII; XIV, 1. Bruxelles, 1866-1896, gr. in-8°.

Commission royale d'histoire.

Collection de Chroniques belges inédites, publiées par ordre du Gouvernement; 98 vol. in-4°. (Voir la liste sur la couverture des Chroniques.)

Comptes rendus des séances, 1re sér., avec table (1837-1849), 17 vol in-8°. — 2me sér., avec table (1850-1859), 13 vol in-8°. — 3me sér., avec table (1860-1872), 15 vol. in-8°. — 4me sér., 17 vol. in-8° (1873-1891). — 5me sér., t. I-V; VI (nos 1-4).

Annexes aux *Bulletins*, 22 vol. in-8°. (Voir la liste sur la couverture des Chroniques et des Comptes rendus.)